INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK
WAGENINGEN, NEDERLAND
DIRECTEUR: Dr J. G. TEN HOUTEN

MEDEDELING No 48

HET THIELAVIOPSIS-WORTELROT VAN LATHYRUS ODORATUS L. (BODEMMOEHEID)

WITH A SUMMARY

THIELAVIOPSIS-ROOTROT OF LATHYRUS ODORATUS L. (SOIL SICKNESS)

DOOR

Dr M. B. MOOI-BOK

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
20 JAN 1953

INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK (I.P.O.)

Office and main laboratory: Binnenhaven 4*a*, tel. 2151, Wageningen, Netherlands.

Staff:

Director: Dr J. G. TEN HOUTEN.
Head of the Entomological Dept.: Dr H. J. DE FLUITER, Wageningen.
Head of the Virological Dept.: Prof. Dr T. H. THUNG, Wageningen.
Head of the Mycological Dept. Dr J. G. TEN HOUTEN, Wageningen.
Head of the Plant Disease Resistance Dept.: Dr J. C. s'JACOB, Wageningen.

Researchworkers at the Wageningen Laboratory:

IR G. J. ANKERSMIT, Entomologist
Miss Ir M. BAKKER, Phytopathologist
Ir A. B. R. BEEMSTER, Virologist
Ir A. M. VAN DOORN, Phytopathologist
Dr H. J. DE FLUITER, Entomologist
Dr J. GROSJEAN, Phytopathologist
DR J. C. s'JACOB, Phytopathologist and plantbreeder
Miss Dr C. H. KLINKENBERG, Phytopathologist
Miss Dra J. M. KRIJTHE, Phytopathologist
Ir R. E. LABRUYÈRE, Phytopathologist
Dr J. C. MOOI, Phytopathologist
Dr D. MULDER, Phytopathologist
MISS DRA F. QUAK, Phytopathologist
Miss Dra J. C. SCHREUDER, Phytopathologist
Dr Ir J. W. SEINHORST, Nematologist
Prof. Dr T. H. THUNG, Virologist
Ir J. P. H. VAN DER WANT, Virologist

Researchworkers elsewhere:

Dr Ir J. J. FRANSEN, Entomologist, Velperweg 55, Arnhem, Tel. 22041.
Dr S. LEEFMANS, Entomologist, Head of the „Entomologisch Lab. I.P.O.", Mauritskade 59*a*, Amsterdam-O, tel. 56282.
Dr Ir C. J. H. FRANSSEN, Entomologist; Drs D. J. DE JONG, Entomologist; Drs L. E. VAN 'T SANT, Entomologist — „Entomologisch Lab. I.P.O.", Mauritskade 59*a*, A'dam-O, tel. 56282.
Ir H. A. VAN HOOF, Phytopathologist, Veilinggebouw Broek op Langendijk, tel. K 2267–341.
Dr W. J. MAAN, Entomologist, van IJsselsteinlaan 7, Amstelveen, tel. 2451.
Drs H. H. EVENHUIS, Entomologist; IR G. S. ROOSJE, Phytopathologist — Detached to „Zeeland's Proeftuin", Wilhelminadorp, tel. 2261.
Dr D. NOORDAM, Phytopathologist, detached to „Proeftuin voor de Bloementeelt" Aalsmeer, tel. 688.
Dr F. TJALLINGII, Phytopathologist/Virologist, detached to „Proeftuin Noord Limburg" Venlo, tel. K 4700–2503.

Guest workers:

Dr Ir J. B. M. VAN DINTHER, Entomologist, „Lab. voor Entomologie", University, Wageningen, tel. 2438.
Prof. Dr D. J. KUENEN, Entomologist, „Zoölogisch Laboratorium", University, Leiden, tel. 20259.
Dr Ir G. S. VAN MARLE, Entomologist, Jacob Damsingel 22, Zutphen, tel. 3617.
Dr J. DE WILDE, Entomologist, „Physiologisch Laboratorium", University Amsterdam, tel. 47151.

Aphidological Adviser:

Mr D. HILLE RIS LAMBERS, Entomologist T.N.O., Bennekom, tel. 458.

HOOFDSTUK I

INLEIDING

A. DOELSTELLING

Reeds van 1940 af vond er op de Proeftuin te Aalsmeer onderzoek plaats naar de oorzaak van de „bodemmoeheid” van Lathyrus, waarvan de resultaten door ROODENBURG (76, 77) en VAN DER SMAN (86) in de verslagen van de Proeftuin Aalsmeer zijn neergelegd. In opdracht van het Departement van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, Afdeling Tuinbouw, is van eind 1945 af dit onderzoek door mij voortgezet. Het had tot eind Mei 1949 plaats op het Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten te Baarn. Na April 1949 ressorteerde het onderzoek onder het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek. Het vond toen in Wageningen plaats, waarbij tot October 1949 gastvrijheid werd genoten op het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek (thans Laboratorium voor Phytopathologie).

Het doel was de oorzaak en de invloed van de „bodemmoeheid” van de Lathyrus te bestuderen; de omstandigheden na te gaan, welke het optreden van de ziekte beïnvloeden; benevens richtlijnen aan te geven langs welke de bestrijding van de ziekte kon worden geleid. Daarnaast werd aandacht besteed aan andere bij de Lathyrus optredende ziekte-verschijnselen. Voor een kort overzicht van de in Nederland waargenomen ziekten van de Lathyrus wordt verwezen naar de Tuinbouwgids.

Het is onder de kwekers en liefhebbers een algemeen bekend feit, dat Lathyrus niet twee of meer opeenvolgende jaren op dezelfde plaats moet worden geteeld. Veelal wordt, hoewel de kweker toch aanzienlijke verliezen kan lijden, deze achteruitgang sterk onderschat, aangezien hem meestal de mogelijkheid ontbreekt om de opbrengst te vergelijken met die van een volkomen gezond gewas (zie hoofdstuk VI).

Dit verschijnsel, waarbij een gewas ondanks goede grondbewerking en bemesting door herhaalde cultuur op dezelfde grond zonder bekende oorzaak achteruit gaat, noemt men „bodemmoeheid”. Deze achteruitgang verdwijnt meestal nadat wisselcultuur is toegepast.

Uit het onderzoek is gebleken, dat de schimmel *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS [1]) de oorzaak van de „bodemmoeheid” van de Lathyrus is. Mede omdat de Commissie voor het vaststellen van Nederlandse namen voor plantenziekten tot de conclusie is gekomen [OORT (71)] dat de naam moeheid vermeden dient te worden, lijkt het mij wenselijk om de ziekte in het vervolg **Thielaviopsis-wortelrot** te noemen (zie bladzijde 10). In de Tuinbouwgids [MOOI-BOK (68)] is deze ziekte nog met de naam „bodemmoeheid” aangegeven, doch gezien het voorgaande dient dit gewijzigd te worden.

---

[1]) In het vervolg aangeduid met: *T. basicola.*

B. ENQUETE

Aan het begin van het onderzoek werd een enquête ingesteld met het doel uit de practijk gegevens te verzamelen teneinde nader met het verschijnsel van de „bodemmoeheid" op de hoogte te komen. Het leek vooral van belang om te weten:

1. of de ziekte op alle of slechts op een enkele grondsoort voorkwam;
2. of er veel of slechts enkele kwekers last hadden gehad van de „bodemmoeheid";
3. of de kwekers de verschijnselen van de „bodemmoeheid" kenden en welke verschijnselen zij reeds zelf aan het gewas hadden waargenomen;
4. wat naar het oordeel van de kwekers, de oorzaak van de moeheid was;
5. welke maatregelen ter bestrijding werden genomen.

Van 32 kwekers, verdeeld over Aalsmeer, Naaldwijk en Voorschoten, zijn antwoorden op deze enquête binnengekomen [1]). De resultaten waren als volgt:

ad 1. Het bleek dat Lathyrus zeer goed kon worden geteeld op alle grondsoorten, hoewel zure veengrond het minst geschikt was. Op veengrond en op klei, zwarte grond, zavel, geestgrond en zand stond het gewas het eerste jaar goed, doch indien het daaropvolgende jaar op dezelfde plaats werd teruggekomen, was de cultuur veel minder en soms zelfs slecht te noemen. De „bodemmoeheid" kwam dus op alle grondsoorten het tweede jaar al voor.

ad 2. Van de 32 kwekers gaven 22 op, dat zij wel eens direct het volgend jaar op dezelfde plaats waren teruggekomen. De opgedane ervaringen lieten zich als volgt samenvatten. Bij 16 kwekers waren de resultaten slecht, bij 3 matig en bij 3 goed geweest. Verder hadden 7 kwekers één jaar overgeslagen en waren toen weer op dezelfde plaats teruggekomen. Ook nu waren de resultaten niet goed te noemen; 2 kwekers hadden een slecht gewas, 2 een matig en 3 een goed gewas. Drie kwekers sloegen 2 jaar en 2 kwekers 3 jaar over eer zij op dezelfde grond terug kwamen. De resultaten waren vrij goed.

Er waren echter ook kwekers welke soms 3 of 5 jaar achtereen terugkwamen en een goede oogst verkregen, terwijl pas daarna het gewas minder goed werd. Een kweker teelde reeds 15 jaar op dezelfde grond (zand) zonder dat het gewas in groei achteruit ging. Welke oorzaken aan deze afwijkende gevallen ten grondslag liggen is niet duidelijk.

Men ziet uit de verkregen antwoorden, dat nog zeer veel kwekers op dezelfde grond terugkomen en dat een groot aantal dan een slecht gewas met een geringe opbrengst verkrijgt.

ad 3. De verschijnselen, welke de kwekers bij herhaalde cultuur waren opgevallen, zijn, in volgorde van het aantal opgaven: mindere oogst (15); ijlere groei van het gewas en het spoedig geel worden van de onderste bladeren (9); ongelijke stand van het gewas (4); korte bloemstelen (2) en bruine stengelbasis (1). Slechts 2 kwekers gaven op dat zij onbekend zijn met de ziekte.

Uit de antwoorden blijkt duidelijk, dat de kwekers over het algemeen pas op een laat tijdstip de aantasting van hun cultuur onderkennen; de beginsymptomen zijn hen onbekend.

---

[1]) Hierbij wil ik gaarne mijn dank betuigen aan de assistenten van de Voorlichtingsdienst te Aalsmeer en Naaldwijk, die mij bij de enquête zo behulpzaam zijn geweest. Het was prettig met jullie allen van gedachten te wisselen over de problemen welke de Lathyrus ons bood.

ad 4. Verreweg het grootste aantal kwekers (20) is onbekend met de oorzaak van de ziekte. Enkele anderen wijten het slechte gewas aan: te hoog zoutgehalte; een afwijking in de grond; droogte; koud en donker weer of aan het gebruik van inlands zaad.

Het is wel merkwaardig dat in deze antwoorden nooit naar voren komt, dat een schimmel de oorzaak van de „bodemmoeheid" zou kunnen zijn.

ad 5. Uit de binnengekomen antwoorden blijkt, dat de kwekers, ondanks het feit dat zij onbekend zijn met de oorzaak van de ziekte, toch weten dat er „bodemmoeheid" bestaat. Om aan de gevolgen daarvan te ontkomen had een deel van de kwekers (13) wisselbouw toegepast. Enkele andere kwekers gaven op dat zij de grond diep omspitten, ofwel de grond verversten of gedurende enige tijd het warenhuis openzetten. Een kweker meende, dat bij gebruik van buitenlands zaad de ziekte niet meer zou optreden.

De algemene conclusie, welke zich na het bovenstaande aan ons opdringt, is deze: De kwekers weten dat de „bodemmoeheid" een gevaar voor de Lathyruscultuur betekent. Zolang zij er zelf op hun bedrijf geen kennis mee hebben gemaakt, onderschatten zij de gevolgen wel zeer sterk. Daardoor alleen is het te verklaren, dat een zo groot aantal kwekers toch op dezelfde grond met Lathyrus terugkomt. Omtrent de oorzaak van de ziekte hebben de kwekers volkomen in het duister getast.

C. CULTUUR VAN DE LATHYRUS

In verband met het hierna volgende onderzoek leek het gewenst om een korte beschrijving te geven van de cultuur van Lathyrus.

In 1911 en 1912 zijn door de Cornell University in samenwerking met de National Sweet Pea Society of America een drietal publicaties uitgegeven welke het ontstaan en de cultuur van de Lathyrus behandelen [CRAIG and BEAL (18), BEAL (5 en 6)], waaraan enkele van de onderstaande gegevens zijn ontleend. Ook bevordert de National Sweet Pea Society in Amerika zowel als in Engeland het onderzoek naar ziekten in de Lathyrus. In deze beide landen toch neemt de Lathyruscultuur van oudsher een belangrijke plaats in, terwijl in Amerika (Californië) en op veel kleinere schaal in Engeland de zaadcultuur plaats heeft. In ons land wordt Lathyrus als snijbloem gekweekt; de kweker betrekt het zaad uit beide bovengenoemde gebieden.

In 1699 werden van Italië uit de eerste Lathyruszaden naar Engeland en Nederland gezonden. De kleur van de bloem was lila met blauw. Vooral in Engeland legde men zich op het kweken van nieuwe vormen toe; de eerste variëteit welke hieruit ontstond was wit. In een catalogus van 1870 worden negen variëteiten opgegeven, terwijl volgens TAUBENHAUS (92) omstreeks 1914 ruim honderdvijftig variëteiten bekend zijn. Het totaal aantal gekweekte variëteiten tot op dit ogenblik, overschrijdt dit aantal sterk; maar het aantal variëteiten dat gewoonlijk door de kwekers wordt uitgeplant, is niet zo uitgebreid.

De tegenwoordige variëteiten behoren bijna alle tot het Spencertype, hetgeen in 1904 uitkwam. Daarin kunnen we weer twee typen onderscheiden, namelijk de buiten- of zomerlathyrus, welke buiten wordt gekweekt en in ons land van begin Juni tot half September bloeit. Daarnaast staat de kas- of winterlathyrus, welke veel eerder in het jaar tot bloei komt en wel van Februari tot eind Mei, maar onder glas moet worden geteeld. De kaslathyrus stamt af

van de var. Blanche Ferry, welke voor het eerst in 1894 is gekweekt.

De buiten- en de kaslathyrus verschillen, behalve in de bloeitijd, ook in de groeiwijze. De buitenlathyrus groeit eerst hoger uit en heeft zich al vrij sterk vertakt voordat de bloei intreedt. De kaslathyrus bloeit reeds indien de planten 50 tot 60 cm hoog zijn. Tijdens de bloei gaat de groei nog krachtig verder, terwijl de planten zich tevens vertakken.

Is Lathyrus odoratus 'Spencer praecox' bestemd om in een warme kas gekweekt te worden, dan kan men in October zaaien. Zijn de planten bestemd voor een koude kas, dan moet in Januari worden gezaaid. Het uitzaaien kan het beste geschieden in kistjes of potten gevuld met een luchtig grondmengsel of beter nog met zand, omdat daarin weinig ziekte optreedt, terwijl de kieming het beste is.

Als de kiemplantjes ± 10 cm hoog zijn (na ongeveer drie weken) kunnen ze worden uitgeplant. Dit kan op alle grondsoorten geschieden, mits de grond niet te zuur is, goed diep wordt gespit en tevens verteerde stalmest wordt ondergewerkt. Tijdens de cultuur wordt slechts weinig gemest. Het gloeirestpercentage en het gehalte aan keukenzout mag niet hoog zijn. Voor een goede drainage dient te worden gezorgd.

De plantjes worden in rijen gezet, zodanig dat ze 7 tot 10 cm van elkaar staan. De afstand van de rijen is ongeveer 80 cm tot 1 m. De planten worden niet direct omhoog geleid, de oude scheut valt om, waardoor de beide onderste scheuten zich beter ontwikkelen. Deze worden langs touw omhoog geleid. In het begin moet de temperatuur in de kas zo laag mogelijk worden gehouden, er moet gezorgd worden voor goede doorluchting en voor veel licht. Slechts met grote voorzichtigheid mag een enkele maal water worden gegeven, bij voorkeur in de paden.

De planten bloeien in een stookkas reeds eind Februari. Als de bloemen, behalve meestal de bovenste bloem, aan een steel goed open zijn, wordt er geoogst. De bloemsteel laat gemakkelijk los door een kleine zijdelingse druk aan de basis.

Nadere aanwijzingen omtrent de cultuur worden gegeven door VAN MARSBERGEN (61) en GELEIN (25, 26, 27). Deze laatste auteur geeft tevens een beknopt overzicht van de variëteiten welke in ons land het meeste in de kas geteeld worden, en van de ziekten welke in de kaslathyrus voorkomen.

Voor de cultuur buiten wordt Lathyrus odoratus 'Spencer' gebruikt. De planten kunnen óf eerst in zaaibakjes worden opgekweekt, óf direct op de rij worden uitgezaaid. De rijen worden bij voorkeur N–Z gericht. De cultuuraanwijzingen zijn overigens geheel gelijk aan die in de kas behalve dat men blijft bijmesten. Men leidt de planten vaak tegen rijshout of tegen kippengaas. Dit is de eenvoudigste methode, maar de specialisten zaaien ook de buitenlathyrus reeds half October in de koude bak. Zodra het weer dit in het voorjaar toelaat, worden de kiemplantjes buiten uitgeplant. Meestal past men dan het Cordon-systeem toe, waarbij op één scheut verder gekweekt wordt, welke langs touw omhoog geleid wordt.

Aan het eind van de cultuur wordt het gewas opgetrokken en verwijderd. Deze werkwijze brengt met zich mede, dat een groot deel van de wortels in de grond achterblijft. De eventueel daarop aanwezige sporen van *T. basicola* kunnen nu overblijven tot een volgend gewas wordt geplant. Dit levert vooral een groot gevaar op voor de jonge kiemplantjes. (Zie hoofdstuk V E).

FOTO 1. Ernstig geval van Thielaviopsis-wortelrot bij Lathyrus in een kas in het Westland. Duidelijk is te zien dat de stand van het gewas plaatselijk zeer slecht is.

Plate 1. Severe case of Thielaviopsis-rootrot of Lathyrus in a greenhouse in the Westland. It is clearly visible that scattered groups of plants are lagging in growth.

Foto: Proeftuin Z.H. Glasdistrict Naaldwijk

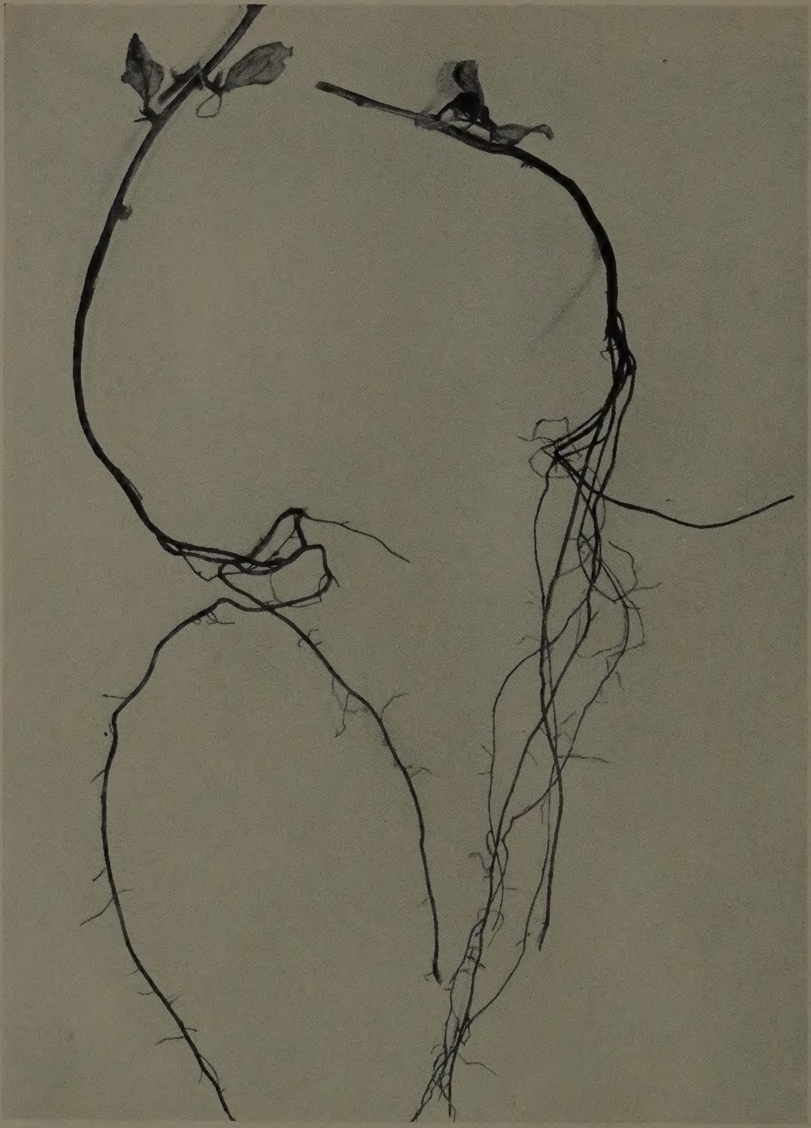


FOTO 2. Vrij sterk door het Thielaviopsis-wortelrot aangetaste planten. Aan de stengelbasis een donkerbruine wigvormig oplopende verkleuring. Het wortelstelsel, waarop vele bruine verkleuringen, is sterk gereduceerd.

Plate 2. Rather severe attack of Lathyrus by Thielaviopsis-rootrot. Brown wedge shaped discoloration at the base of the stem. Reduced rootsystem with many brown patches.

Foto: Proeftuin Z.H. Glasdistrict Naaldwijk

HOOFDSTUK II

BESCHRIJVING VAN DE ZIEKTEVERSCHIJNSELEN

A. HET UITWENDIGE ZIEKTEBEELD

Zoals reeds eerder door de auteur is aangegeven (68), is het niet eenvoudig om een korte beschrijving van het ziektebeeld, zoals het zich in de practijk aan ons voordoet, te geven. Het ziektebeeld kan namelijk zeer verschillend zijn.

Bij zeer ernstige gevallen van Thielaviopsis-wortelrot blijft het hele gewas sterk in ontwikkeling achter. In de meeste gevallen valt bij het betreden van een kas, waarin Lathyrus wordt geteeld, welke door *T. basicola* is aangetast, de ongelijke stand van het gewas op (zie foto 1). Tussen normaal ontwikkelde planten worden pleksgewijze zeer laag gebleven planten aangetroffen. Men treft de ziekte vooral in kassen aan en minder bij buitenlathyrus. Dit wordt veroorzaakt door de geringere mogelijkheid om in kassen steeds op nieuwe grond terug te komen.

1. Het ziektebeeld in zijn meest uitgesproken vorm, dat vooral optreedt als jonge plantjes worden aangetast, is als volgt: de planten blijven klein en gedrongen, in lengte variërend van ongeveer 15 tot 30 cm. Te beginnen bij de onderste blaadjes treedt verwelking en verdroging op; de blaadjes blijven klein, hangen naar beneden, worden spoedig geel, doch vallen meestal niet af. Aan de stengelbasis treffen we een wigvormig oplopende bruine verkleuring aan, hoogstens 5 tot 7 cm lang (zie foto 2). Het wortelstelsel is donkerbruin gekleurd en vertoont plaatselijk overlangse barsten. Het maakt een zeer gedrongen indruk, doordat de wortels zijn afgebroken door de ver voortgeschreden aantasting, mede veroorzaakt door het binnendringen van secundaire schimmels. De zijworteltjes zijn vaak iets opgezwollen [Bok (8) 1946].

Tenslotte sterft de plant af. Het kan echter geruime tijd duren eer dit stadium wordt bereikt, aangezien Lathyrus door het steeds weer opnieuw vormen van adventiefwortels zijn bestaan lang kan rekken. Tot bloei komen deze planten gewoonlijk niet; in ieder geval zijn de bloemen voor de verkoop onbruikbaar.

2. In de meeste gevallen is het ziektebeeld veel minder uitgesproken. Het gewas blijft min of meer in groei achter, de blaadjes blijven dikwijls kleiner dan normaal en het aantal zijscheuten per plant is minder dan bij een volkomen gezond gewas. Ook de bloei blijft min of meer achter al naar gelang de mate van aantasting. Eveneens is aan de stengelbasis niet altijd een wigvormige bruinkleuring te zien, zoals bij de planten onder 1 genoemd, het geval is. Indien deze aanwezig is, is de verkleuring vaak zeer zwak. Om in deze gevallen met zekerheid vast te stellen of de planten door *T. basicola* zijn aangetast, is men op het wortelbeeld aangewezen. Het blijkt dan, dat de wortels enigszins gedrongen en bruin zijn of wel we vinden pleksgewijze bruine verkleuringen. Deze bruine plekjes omvatten meestal de hele omtrek van de wortel. Ter plaatse van deze plekjes treden al spoedig overlangse groefjes op. Deze zijn te

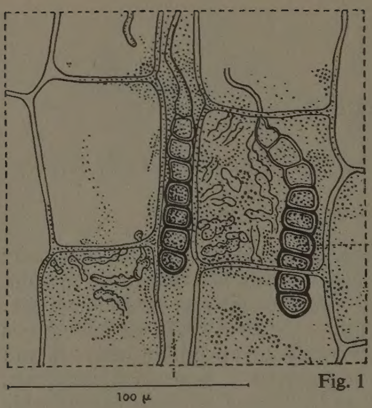


Fig. 1

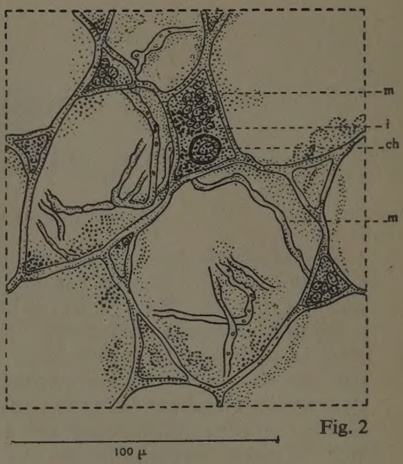


Fig. 2

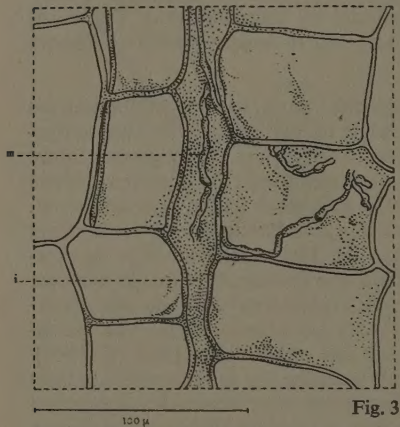


Fig. 3

Fig. 4

FIG. 1. Chlamydosporen en mycelium van *T. basicola* in het schorsparenchym van de wortel (l.drsn.). Celwanden grenzend aan intercellulaire holte bruin gekleurd.

Fig. 1. Chlamydospores and mycelium of T. basicola in the parenchyma of the cortex of the root (longit. section). Cell walls adjacent to the intercellular spaces coloured brown.

FIG. 2. Intercellulairen van het schorsparenchym gevuld met mycelium (dw.drsn.).

Fig. 2. Cross section of the parenchyma of the cortex. Intercellular spaces filled with mycelium.

FIG. 3. Mycelium in intercellulaire holte van het schorsparenchym (l.drsn.). De holte is gevuld met bruine gomachtige substantie.

Fig. 3. Mycelium in intercellular space of the cortex (longit. section), which contains a brown gumlike substance.

FIG. 4. Kunstmatig geïnfecteerde wortel na 1 maand; verder voortgeschreden aantasting tot aan de endodermis; veel necrotische plekken in het schorsparenchym (dw.drsn.).

Fig. 4. Artificially infected root, 1 month after infection. Infected areas border on the endodermis; several necrotic areas in the parenchyma of the cortex (cross section).

e: epidermis (*epidermis*) e': epidermis weggevallen (*epidermis destroyed*) s: schors (*cortex*) en: endodermis (*endodermis*) p: pericykel (*pericycle*) ph: phloeem (*phloem*) x: xyleem (*xylem*) wh: wortelharen (*roothairs*) ch: chlamydosporen (*chlamydospores*) i: intercellulair (*intercellular space*) m: mycelium (*mycelium*)

wijten aan het barsten van de epidermis en het wegrotten van het schorsweefsel, waardoor de wortel plaatselijk een rafelig uiterlijk krijgt.

In het allereerste stadium van de aantasting zien we slechts roestbruine streepjes op de wortels.

Wil men op eenvoudige wijze constateren of men in dit stadium met een *Thielaviopsis*-aantasting te maken heeft, dan bekijkt men de worteltjes bij zwakke vergroting. Men neemt op de kleine roestbruine streepjes duidelijk de karakteristieke chlamydosporen waar. Vaak zijn ze in toefjes bijeen geplaatst.

3. Een enkele maal treft men kiemplantjes aan, welke bij het verspenen reeds bruine plekjes op de worteltjes bezitten. Bij nauwkeurig onderzoek zijn daar de sporen van *T. basicola* aan te treffen. De oorzaak moet dan worden gezocht in de geïnfecteerde grond in de zaaibakjes.

In geval 1 kan al in een vroeg stadium de hele Lathyruscultuur te gronde gaan. Doet geval 2 zich voor, dan wordt in het algemeen de schade onderschat, aangezien het gewas nog een vrij normale indruk maakt, terwijl bij het vergelijken met een volkomen gezond gewas zou blijken, dat de achteruitgang in opbrengst aanzienlijk is (zie hoofdstuk VI). Ook beseft men niet dat een schimmel de oorzaak is en dat deze schimmel een gevaar vormt voor een volgend Lathyrusgewas. Men wijt de ongelijke stand of het achterblijven van de Lathyrus aan andere factoren van voorbijgaande aard. Deze schimmel *T. basicola* blijft in de grond over en kan bij een volgende teelt de jonge planten infecteren, waardoor de schade nog groter wordt.

B. ANATOMIE VAN DE ZIEKE PLANT

Wortel. Bij microscopisch onderzoek van wortels, welke zwak bruin zijn gekleurd, blijkt dat de aantasting zich beperkt tot het meer oppervlakkig gelegen gedeelte van de schors. In de aangetaste weefsels wordt mycelium aangetroffen, dat vooral in de intercellulairen voorkomt. Ook vindt men daarin de zo kenmerkende chlamydosporen van *T. basicola* (zie tekening 1). In deze intercellulairen treffen we voorts een licht- tot donkerbruine gom-achtige substantie aan. De aangrenzende celwanden zijn eveneens over een grotere of kleinere afstand licht- tot donkerbruin gekleurd. Op dwarse doorsnede kan men dikwijls zeer veel myceliumdraden in één intercellulair waarnemen (tekening 2). Soms bevindt zich het mycelium ook reeds in enkele schorscellen. De hyphen dringen vaak over grotere afstand in de lengterichting van de intercellulairen verder (tekening 3). Dit verklaart waarom de bruine verkleuringen bij het eerste stadium van aantasting streepvormig zijn.

Bij wortels, welke sterk bruin gekleurd zijn, is de aantasting verder voortgeschreden (tekening 4). Men neemt nu waar dat in grotere of kleinere gedeelten van de schors de celwanden, de celinhoud en de intercellulairen bruin gekleurd zijn, zoals duidelijk uit de overzichtstekening blijkt. Het mycelium en de chlamydosporen komen nu ook in het dieper gelegen schorsweefsel veel intracellulair voor.

De endosporen zijn nooit in de aangetaste weefsels waargenomen. Wel vindt men ze, soms in groot aantal, buiten op de wortel of stengel. Het mycelium heeft zich soms zo sterk kluwenvormig in de cellen opgehoopt, dat we van een plectenchym spreken. De schorscellen kunnen door deze ophoping geheel gedeformeerd zijn.

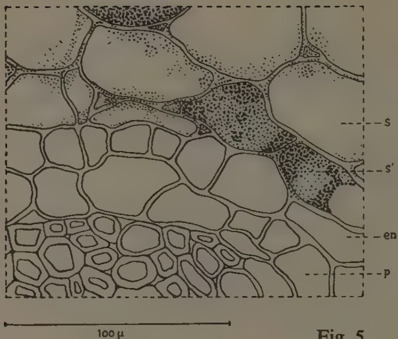


Fig. 5

Fig. 6

FIG. 5. De aantasting beperkt zich tot de cellen van het schorsweefsel. Endodermis en pericykel worden niet aangetast (een gedeelte uit fig. 4 sterker vergroot).
Fig. 5. The infection is limited to the cells of the cortex. The fungus does not invade endodermis or pericycle (enlarged part of fig. 4).
FIG. 6. Celdelingen in het aangetaste weefsel.
Fig. 6. Cell division in the diseased tissue.

s: schors (*cortex*) s': schorscellen gevuld met bruine gomachtige substantie (*cells of cortex contain a brown gumlike substance*) en: endodermis (*endodermis*) p: pericykel (*pericycle*) d: onregelmatige celdelingen (*cells dividing irregularly*) m: mycelium (*mycelium*) ch: chlamydosporen (*chlamydospores*)

De aantasting beperkt zich tot de schors (tekening 5). Zelfs bij zeer ernstige aantasting is noch in de endodermis noch in de centrale cylinder mycelium gevonden. Het vatenstelsel kan dus blijven functionneren. Daaraan is het te danken dat zieke planten nog een hele tijd kunnen voortkwijnen hetgeen zulk een typisch verschijnsel van het Thielaviopsis-wortelrot is.

Dikwijls treedt meristeemvorming op rondom de aangetaste plekken (tekening 6). Liggen deze aangetaste plekjes oppervlakkig, dan gebeurt het dikwijls dat het weefsel loslaat, waardoor de wortel daar een rafelig aanzien verkrijgt (zie 2, blz. 6). Dergelijke plaatsen vormen toegangspoorten voor andere schimmels, zoals *Fusarium*-species, welke dikwijls uit de zieke wortels worden geïsoleerd. Dat deze genoemde meristeemvorming nooit aanleiding gaf tot kurkvorming is door kleuring met Soedan IV geconstateerd. In dit opzicht reageert Lathyrus dus anders op een aantasting door *T. basicola* dan tabak [CONANT (17)].

Stengelbasis. De aantastingsbeelden, welke we hier waarnemen, sluiten zich volkomen aan bij die, welke in de wortel optreden.

Opgemerkt dient te worden dat in het natuurlijk-geïnfecteerde materiaal vaak de perithecïën of de ascosporen van *Thielavia basicola* ZOPF gevonden worden.

C. LITERATUURBESPREKING

1. *Betreffende de „bodemmoeheid".*

In ons land is slechts weinig gepubliceerd over de „bodemmoeheid" van de Lathyrus. ROODENBURG (77) en VAN DER SMAN (86) kennen wel de verschijnselen van de „Lathyrus-moeheid", maar konden de oorzaak niet vinden. Zij isoleerden

een aantal schimmels, maar het gelukte niet daarmede de ziekteverschijnselen teweeg te brengen.

In „De Tuinbouw" van Maart 1947 duidt Van Marsbergen (61) de optredende verschijnselen nog met de naam „bodemmoeheid" aan. Het onderzoek, waarover deze dissertatie handelt, was toen nog niet zover gevorderd dat *T. basicola* als oorzaak kon worden aangegeven.

In de buitenlandse literatuur werden evenmin nadere gegevens gevonden over de „Lathyrus-moeheid". Moeheid is een verschijnsel dat kan ontstaan door vele oorzaken. Hierover is zeer veel in de literatuur te vinden, maar aangezien uit dit onderzoek is gebleken dat *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris de oorzaak is van de „Lathyrus-moeheid", zullen wij ons hier beperken tot een bespreking van datgene, wat reeds bekend was bij Lathyrus in verband met genoemde schimmel. Ook zal kort iets worden gezegd over het optreden van *T. basicola* bij andere gewassen.

Uit de Verslagen van de Plantenziektenkundige Dienst van 1930 (98) blijkt, dat men *T. basicola* op wortels van zieke Lathyrus heeft aangetroffen, zonder dat daaruit de conclusie is getrokken dat *T. basicola* op de wortels parasiteert.

In Amerika en Engeland kende men reeds sedert 1910 een aantasting van de wortels van Lathyrus veroorzaakt door *T. basicola*, maar deze wordt niet in direct verband gebracht met een herhaalde cultuur van Lathyrus op dezelfde grond.

In 1912 geeft Chittenden (13) voor de Sweet Pea Society een verslag, waaruit blijkt, dat genoemde auteur op de wortels van zieke planten *T. basicola* heeft gevonden. Chittenden beschouwt deze schimmel echter als oorzaak van een ziekte genaamd „streak", hetgeen niet juist is. Ook Massee (63) maakt dezelfde vergissing. Reeds in 1912 toont Taubenhaus (90) aan dat *T. basicola* niet de oorzaak is van „streak". Taubenhaus en Manns (93) en Taubenhaus (92) publiceren een beschrijving van de aantasting die wèl door *T. basicola* wordt veroorzaakt, te weten het wortelrot. Daaruit blijkt duidelijk dat dit met heel andere verschijnselen gepaard gaat, dan de aantasting welke als „streak" bekend staat. De door Taubenhaus genoemde symptomen komen goed overeen met de door ons waargenomen verschijnselen, zoals onder II A-1, blz. 5 beschreven. De ziekteverschijnselen in minder ernstige vorm, zoals die onder II A-2, blz. 5, zijn beschreven, worden door Taubenhaus echter niet genoemd. Het is dan ook de vraag of Taubenhaus de ziekte in zijn minder ernstige vorm wel heeft onderkend.

Taubenhaus (91) merkt elders op, dat terugkomen van Lathyrus op dezelfde grond de parasitaire grondschimmels doet toenemen, maar geeft niet aan, welke parasitaire schimmels hij hiermede bedoelt.

T. basicola komt ook op veel andere gewassen voor. Het is bekend dat deze veel schade aan tabak toebrengt, wanneer herhaaldelijk op dezelfde grond wordt teruggekomen. In de Amerikaanse literatuur wordt de ziekte in de tabak meestal „black rootrot" genoemd [o.a. Anderson (2), Kightlinger (45), Koch en Stover (49), Stover (88)].

De symptomen van de „black rootrot" van tabak komen geheel overeen met die van de „bodemmoeheid" van de Lathyrus.

Zowel Dodge en Rickett (21) als de „List of Common British Plant Diseases (57) duiden de *Thielaviopsis*-aantasting van Lathyrus ook met de naam „black rootrot" aan. De laatstgenoemde lijst reserveert de naam „black rootrot" eveneens voor erwten; noemt de ziekte bij tabak daarentegen weer „root rot".

Indien deze schimmel andere dan de bovengenoemde gewassen aantast,

wordt dan de optredende ziekte met „rootrot caused by *Thielaviopsis*" aangeduid, zoals bijvoorbeeld voor tomaat [WILLIAMS (102)].

Daarentegen spreekt men in Duitsland van „Wurzelbräune", bijvoorbeeld van vlas [JAHNEL (39)], van lupine [ZOPF (106)], van klaver [„Kleemüdigkeit", BÖNING (9)] en eveneens van Lathyrus [PAPE (72)].

In ons land wordt de *Thielaviopsis*-aantasting van tabak [VAN DER VEN en VAN DER WANT (97)] en van Primula [TIDDENS (95)] wortelrot genoemd.

Door de aantasting kunnen inderdaad de wortels een bruin, donkerbruin en in een zeer vergaand stadium zelfs een bijna zwart aanzien krijgen. Doch het is eveneens mogelijk dat, vooral in het beginstadium van de ziekte, de wortels nog maar heel zwak gekleurd zijn, waardoor men noch van het bruine-, noch van het zwarte wortelrot zou kunnen spreken. Aangezien de toevoeging zwart of bruin voor dezelfde ziekte verwarrend kan werken, lijkt het mij juister om deze ziekte met de naam **Thielaviopsis-wortelrot** aan te duiden.

2. *Betreffende het ziektebeeld*

Vergelijkt men de verschijnselen welke optreden indien Lathyrus door *T. basicola* is aangetast met die, welke bij andere gewassen optreden, dan is daarin een opvallende gelijkenis te vinden. Zo is om een enkel voorbeeld te noemen het pleksgewijze achterblijven van de planten wel zeer kenmerkend. Daarop wordt reeds door ZOPF (106) voor lupine gewezen. Zeer bekend is dit verschijnsel bij tabak [JOHNSON en HARTMAN (41) en KIGHTLINGER (45)]. Eveneens kenmerkend is wel dat de planten zich nog in zekere mate kunnen ontwikkelen, zoals BÖNING (9) voor erwten en veel andere auteurs voor tabak constateerden. In het algemeen krijgt het wortelstelsel een gedrongen uiterlijk, hetgeen ook weer het beste is onderzocht bij tabak [GILBERT (28), KIGHTLINGER (45)].

Ook in veel andere opzichten komt de aantasting bij tabak sterk overeen met die bij Lathyrus. Het typische rafelige uiterlijk van de aangetaste wortels en de roestbruine fijne streepjes worden aangetroffen (KIGHTLINGER 45).

Van de meeste gewassen is zo goed als niets bekend over het anatomisch ziektebeeld na aantasting van de plant door *T. basicola*. Een uitzondering vormt tabak. Uit het onderzoek van KIGHTLINGER (45) en van STOVER (88) blijkt dat het mycelium in de eerste plaats het schorsweefsel van de wortel binnendringt. Ook nu wordt het mycelium eerst in de intercellulairen en pas later in de aangrenzende schorscellen gevonden.

De centrale cylinder wordt noch bij Lathyrus noch bij tabak aangetast. Een uitzondering vormen Primula [TIDDENS (95)] en katoen [KING en BARKER (46) en KING en PRESLEY (47)]. De hyphen dringen hier door de endodermis heen, maar beschadigen deze, zoals TIDDENS voor Primula beschrijft, slechts weinig. Daarentegen wordt juist het phloeëm gemakkelijker aangetast dan het schorsweefsel. Bij katoen wordt de gehele centrale cylinder aangetast.

Ten slotte blijkt uit een onderzoek van CONANT (17) ook weer aan tabak, dat meer dan 50 % van de infectieplaatsen aan de basis van de zijworteltjes te vinden is. Volgens deze auteur berust het al of niet resistent zijn van bepaalde variëteiten van tabak op de invloed welke de temperatuur op de kurkvorming uitoefent. Gevoelige variëteiten vormen pas kurk bij betrekkelijk hoge temperatuur (28 °C), waardoor de schimmel niet spoedig wordt belemmerd in het weefsel door te dringen. De bovengenoemde door CONANT gevonden feiten konden door ons voor Lathyrus niet worden bevestigd.

HOOFDSTUK III

ISOLATIE EN BESCHRIJVING VAN THIELAVIOPSIS BASICOLA

A. ISOLATIE

Van de planten, welke het verschijnsel van „Lathyrus-moeheid" vertonen werd op de kwekerijen te Aalsmeer, in het Westland en omstreken en te Voorschoten steeds materiaal meegenomen voor onderzoek in het laboratorium. Op de bruingekleurde delen van wortels en stengelbasis waren reeds bij geringe vergroting de toefjes donkergekleurde chlamydosporen van *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris duidelijk waar te nemen. Teneinde de schimmel te isoleren werden wortelstukjes oppervlakkig gedesinfecteerd en daarna uitgelegd op een agàrplaat. Het was echter niet eenvoudig om de schimmel in reincultuur te verkrijgen. *T. basicola* groeit betrekkelijk langzaam, waardoor al spoedig *Fusarium-*, *Pythium-*, *Peyronellea-* en *Verticillium*-species de overhand krijgen. Dit bezwaar is ook door Gilbert (29) [1]) gevoeld. In 1926 publiceerde deze auteur een nieuwe isolatiemethode waarbij tussen dicht opeengezaaide tabakskiemplantjes een weinig van het te onderzoeken materiaal werd gestrooid. Indien *T. basicola* daarop aanwezig was, waren na ongeveer 10 dagen de kiemworteltjes overdekt met het mycelium en de sporen van de schimmel. Door uitleggen van deze plantjes op wortelschijfjes of op Petrischalen gevuld met wortelagar, kon *T. basicola* gemakkelijk in reincultuur verkregen worden. Tiddens (95), die eveneens moeite had met het isoleren, probeerde ook de methode van Gilbert, echter zonder veel succes. Hoewel *Lupinus luteus* sterk was aangetast door *T. basicola* kon Berkner (7) evenals de vorige onderzoekers slechts met grote moeite *T. basicola* isoleren. In de oudere aantastingsstadia komt, zowel bij lupine als in onze onderzoekingen bij Lathyrus, secundair veel *Fusarium* voor, welke schimmel vaak de oorzaak is van bovengenoemde moeilijkheden bij de isolatie van *T. basicola.* In de niet gepubliceerde voorrapporten van het Jaarverslag van de Proeftuin voor Bloementeelt te Aalsmeer, vermelden Roodenburg en Van der Sman dan ook, dat zij voornamelijk *Fusarium*-species uit „bodemmoede" Lathyrus isoleerden.

Een isolatiemethode afkomstig van Yarwood (104) waarbij het te onderzoeken materiaal op levende wortelschijfjes wordt uitgelegd, schijnt zeer goed te voldoen en betere resultaten te geven dan de zojuist genoemde methode van Gilbert en de methode van Levykh (55). Deze laatste auteur wast het te onderzoeken materiaal herhaaldelijk uit met water, waarna het steeds wordt afgecentrifugeerd, zodat een afscheiding van de chlamydosporen wordt verkregen.

[1]) Om verwarring te voorkomen zal, ook al wordt dit door de gerefereerde auteur niet gedaan, overal van *Thielaviopsis basicola* afgekort als *T. basicola*, worden gesproken als daarmee de vorm wordt bedoeld welke endoconidiën en chlamydosporen maakt. *Thielavia basicola* (Berk. et Br.) Zopf wordt gereserveerd voor de schimmel waarvan wij tot nog toe alleen de perfecte vorm kennen.

Onze ervaringen opgedaan bij isolatie van *T. basicola* van Lathyrus wijzen erop, dat men steeds moet uitgaan van pas aangetaste plekken van de wortel of van de stengelbasis. Indien wij kleine stukjes 60 sec. in formaline 4% oppervlakkig desinfecteerden, afspoelden in steriel water, daarna iets kneusden en uitlegden in Petrischalen op kersagar, ontwikkelde zich hieruit tamelijk gemakkelijk *T. basicola*. Goede resultaten werden ook verkregen door desinfectie van de pas aangetaste stukjes van de Lathyrusworteltjes gedurende 45 sec. in zeer verdunde sublimaat, goed spoelen met steriel water waarna de wortelstukjes gemengd met de sterk afgekoelde voedingsagar uitgegoten werden in Petrischalen.

De schimmel is te herkennen aan het vrij compacte witte luchtmycelium waartussen al heel spoedig de endoconidiën te vinden zijn. Indien *T. basicola* eenmaal in reincultuur is verkregen, is de schimmel op een groot aantal voedingsbodems zeer goed verder te kweken. Wij vinden in de literatuur b.v. als goede bodem aangegeven: schijfjes van peer, wortel of aardappel; tabaksstengel en daarnaast peren-, wortel-, aardappel-, uien-, zetmeel-, havermout-, mout- en gistagar, al of niet voorzien van glucose [ADERHOLD (1), GILBERT (28), VAN HOLDER (35), KING en PRESLEY (47), RAWLINGS (74), STOVER (88) en YARWOOD (104)]. Een zeer goede ontwikkeling wordt veelal verkregen op aardappel-glucose-agar (pH ± 6,3) hetgeen door RAWLINGS voor drie rassen van *T. basicola* werd aangetoond. Onze ervaringen sluiten zich hierbij aan; een zeer matige groei werd verkregen op agarplaten van alkalische- of neutrale havermout of van kers, terwijl op zure havermout of aardappel-glucose de groei goed tot zeer goed was (zie blz. 17). In het algemeen is *T. basicola* in onze proeven dan ook voortgekweekt op aardappelglucose-agar, een enkele maal afgewisseld met zure havermout. Opvallend is niet alleen de keuze, maar vooral de zuurgraad van de door VAN HOLDER, MEES en SIJS (35) gebruikte voedingsbodems. Naast havermout-agar gebruiken zij suiker-, gist- en zetmeelagar, waarvan de pH varieert tussen 7,6 en 8,7. Later zal blijken (grafiek no 2), dat de groei van *T. basicola* dan niet meer optimaal is.

In het algemeen is de ontwikkeling van *T. basicola* op cultuurmedia als volgt: na enkele dagen ontstaan in het witte luchtmycelium meestal in groot aantal de hyaline endoconidiën; daarna ontwikkelen zich de chlamydosporen, welke al naar de ouderdom licht- tot bijna zwartbruin gekleurd zijn.

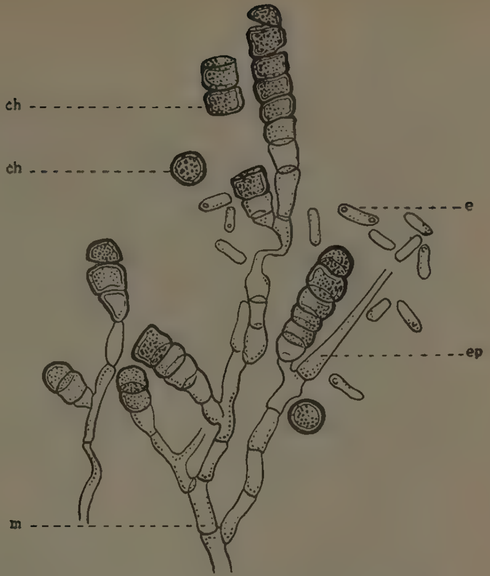
B. BESCHRIJVING, SPECIALISATIE EN VOORKOMEN VAN DE SCHIMMEL

De schimmel is in 1850 door BERKELEY en BROOM ontdekt op erwten en op *Nemophila auriculata* [cit. RAWLINGS (74)]. Verschillende auteurs hebben reeds een morphologische beschrijving van *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS gegeven [o.a. ZOPF (106), ADERHOLD (1), GILBERT (28), MCCORMICK (60), RAWLINGS (74), KING en PRESLEY (47) en VAN HOLDER (35)]. Onze waarnemingen stemmen met de door hen gegeven beschrijving overeen, zodat wij met deze beschrijving kunnen volstaan.

Thielaviopsis basicola (BERK. et BR.) FERRARIS behoort tot de *Fungi imperfecti*, orde *Moniliales*, familie *Dematiaceae* [CLEMENTS en SHEAR (15)].

Het *mycelium* is gesepteerd, dichotoom vertakt (tekening 7, m). De breedte is 3–7 μ. Het mycelium is eerst kleurloos, wordt later iets olijfkleurig tot bruin getint. De hoeveelheid protoplasma lijkt bij het ouder worden te verminderen.

FIG. 7. *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS.
ch: chlamydosporen (*chlamydospores*)
ep: endoconidiophoor (*endoconidiophore*)
e: endoconidium (*endoconidia*)
m: mycelium (*mycelium*)



In het algemeen neemt men tegenwoordig aan dat er twee typen sporen voorkomen: de endoconidiën en de chlamydosporen.

De *endoconidiën* (tekening 7, e), ontstaan in cultuur het eerst en in groot aantal tegelijk. Ze worden gevormd in endoconidiophoren (tekening 7, ep), welke direct op het mycelium ontstaan maar er door een dwarse wand van gescheiden zijn. De endoconidiophoren zijn hyalien, aan de basis knotsvormig opgezwollen, terwijl ze aan de top spits toelopen. De lengte is 90–170 μ. Aan de bovenzijde van de endoconidiophoor worden de endoconidiën afgesnoerd, doordat er een tangentiale deling van de celwand plaats vindt, terwijl tevens een dwarswand ontstaat [BRIERLEY (11)]. De endoconidiën zijn 3–6 μ breed en 8–30 μ lang; ze bevatten meestal twee duidelijk zichtbare vacuolen. Direct nadat de endoconidiën vrijkomen, kunnen ze kiemen. Op de geïnfecteerde plant zijn deze sporen slechts in gering aantal te vinden, de chlamydosporen zijn hier veel talrijker.

De *chlamydosporen* (tekening 7, ch) zijn dikwandig en ontstaan zijdelings of aan het einde van een hyphe. Ze worden in kettingen gevormd, welke alleen of in groepjes bij elkaar staan. Het aantal sporen per ketting variëert van 3–9. De chlamydosporen zijn in een jong stadium bijna hyalien, worden later olijfkleurig tot bruinzwart; ze laten los als ze rijp zijn. Deze sporen kunnen niet direct daarna kiemen, maar zijn als rustsporen op te vatten.

Op grond van het gezamenlijke voorkomen van deze beide sporenvormen met een perithecium-vorm in de natuurlijk-geïnfecteerde worteltjes, nemen een aantal onderzoekers [ZOPF (106), MASSEE (63), GILBERT (28), PEGLION (73) en CHITTENDEN (13)] aan, dat de gevonden peritheciën ook behoren tot de schimmel *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS. In dat geval zou de schimmel echter *Thielavia basicola* (BERK. et BR.) ZOPF moeten heten, aangezien dit de naam van de perfecte vorm is.

De peritheciën zijn door de zojuist genoemde auteurs veelvuldig gevonden op tabak, Lathyrus en Senecio elegans.

Met uitzondering van PEGLION (73) is het geen enkele onderzoeker gelukt om in reincultuur, uitgaande van *Thielaviopsis basicola*, peritheciën te verkrijgen. Het is evenmin gelukt, alleen weer PEGLION uitgezonderd, om aan de hyphen waarop de endoconidiën of chlamydosporen voorkomen, ook de peritheciën waar te nemen.

Daarentegen is juist uit het uitvoerig onderzoek van MCCORMICK (60) gebleken dat de peritheciën-vormende schimmel (*Thielavia basicola* ZOPF) niet de perfecte vorm is van de imperfecte schimmel. Deze Imperfect is, zoals MCCORMICK aangeeft, door FERRARIS *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS genoemd. De onderzoekingen van GILBERT (28), TIDDENS (95), LUCAS (58) en STOVER (88) sluiten zich bij bovenstaande mening van MCCORMICK aan.

Bij ons onderzoek van zwaar aangetaste Lathyrusworteltjes uit natuurlijk-geïnfecteerde grond afkomstig, werden vaak peritheciën in het sterk aangetaste weefsel aangetroffen. Door fijndrukken kwamen de ascosporen vrij. Er werd getracht deze te doen kiemen door ze in vochtige kamertjes op verschillende cultuurmedia over te brengen. Dit gelukte echter nooit. Aan de andere kant werden pogingen gedaan om, uitgaande van een cultuur met endoconidiën en chlamydosporen, peritheciën te verkrijgen. Daartoe werden worteltjes van Lathyrusplanten, welke in cultuurbuizen op voedingsoplossing werden gekweekt, geïnfecteerd met *T. basicola*. De worteltjes werden sterk aangetast. Daarna werden deze blootgesteld aan extreme omstandigheden zoals: sterk zonlicht, hoge temperatuur, lage temperatuur (buiten tijdens vorst), afwisseling van hoge en lage temperatuur, terwijl ook werd getracht door later aanzuren van de voedingsoplossing het gewenste resultaat te bereiken. Een jaar na het inzetten van deze proef waren in het weefsel van wortel of stengel nergens peritheciën te vinden. De hier beschreven proeven wijzen niet op samenhang, zodat de beide schimmels als twee afzonderlijke moeten worden beschouwd, zolang uit cultuurproeven niet het tegendeel zou blijken.

Bovendien werden ook met Lathyrusplanten, gekweekt in cultuurbuizen op voedingsoplossing, infectieproeven verricht zowel met *Thielaviopsis basicola* als met *Thielavia basicola*. Al spoedig hadden de met *Thielaviopsis basicola* geïnfecteerde planten een aangetast, bruin wortelstelsel. De met *Thielavia basicola* geïnfecteerde planten waren zelfs na 2 maanden nog volkomen vrij van enige aantasting. Bij microscopisch onderzoek werden mycelium en chlamydosporen van *Thielaviopsis basicola* in het weefsel gevonden. Noch het mycelium, noch de peritheciën van *Thielavia basicola* konden in coupes van Lathyrusworteltjes aangetoond worden. Deze proeven met Lathyrus bevestigen dus weer hetgeen LUCAS (58) voor tabak aantoonde.

Een eigenaardigheid in het gedrag van *T. basicola* op cultuurschalen is, dat de schimmel gemakkelijk saltanten vormt. Door enkele malen overenten werd geconstateerd, dat een ent genomen uit de donkere sector zich als zodanig handhaafde. Een ent uit het normale lichtgekleurde deel van de plaat splitste zich in sommige gevallen weer, terwijl in andere gevallen dit niet optreedt. Verder onderzoek is door ons hierover niet gedaan.

In het onderzoek van RAWLINGS (74) en MILLER, KOCH en HILDEBRAND (67) ontstonden meest lichte sectoren, welke weinig endoconidiën en zelfs zeer weinig chlamydosporen vormden. De drie laatstgenoemde auteurs verrichtten met saltanten ook infectieproeven op tabak. Het bleek, dat de planten door de

saltanten niet zo sterk werden aangetast als door de oorspronkelijke *Thielaviopsis*-stam. Tot een eensluidende conclusie komt ook STOVER (89).

Daarnaast komt steeds weer de vraag naar voren: komen er stammen van *T. basicola* voor, welke zich op bepaalde voedsterplanten hebben gespecialiseerd? Gezien de proefresultaten o.a. verkregen door TIDDENS (95), SATTLER (79), BERKNER (7) en STOVER (89) moeten wij ook naar mijn mening wel besluiten dat er specialisatie bij *T. basicola* voorkomt. Tegenover deze waarnemingen staan ook andere: JOHNSON (40) infecteerde in een zeer uitgebreid onderzoek bijna 100 plantensoorten met één *Thielaviopsis*-stam afkomstig van tabak. Evenmin als JOHNSON vinden JOHNSON en HARTMAN (41) hierin dus aanleiding om tot het voorkomen van specialisatie te besluiten. Bij deze opvatting sluiten zich TAUBENHAUS (91) en KLETSCHETOFF (48) aan. Het bezwaar is, dat deze vier auteurs slechts met een enkele *Thielaviopsis*-stam hebben gewerkt en dat de beide laatstgenoemde tevens weinig waardplanten in hun onderzoek hebben betrokken, zodat wij hieraan weinig waarde moeten toekennen.

T. basicola komt op minstens 100 verschillende plantensoorten voor, verdeeld over ongeveer 30 families; vooral *Leguminosae*, *Solanaceae* en ook *Cucurbitaceae* worden aangetast. Nadere gegevens zijn te vinden bij MASSEE (62) en JOHNSON (40), terwijl ook RAWLINGS (74) een samenvatting geeft. Het is van belang voor de bloementeelt dat *T. basicola* ook voorkomt op Cyclamen [SORAUER (87)], Asters [MASSEE (63)], Primula en Poinsettia [TIDDENS (95)], Cypripedium [VAN HOLDER (35)], Violen [THAXTER (94) en VAN EEK (24)]. Ook in de Verslagen van de Plantenziektenkundige Dienst vinden wij dat op deze gewassen *T. basicola* gevonden is (98).

Met uitzondering van TIDDENS geven de genoemde auteurs slechts een kort overzicht van de waargenomen ziekteverschijnselen. Meer aandacht is omstreeks 1912 in Engeland en Amerika besteed aan de *Thielaviopsis*-aantasting van de Lathyrus, aangezien hiermee economische belangen waren gemoeid [CHITTENDEN (13), MASSEE (62) en TAUBENHAUS (91)]. De grootste economische schade brengt *T. basicola* echter aan de tabakscultuur in Amerika toe. In 1948 is de schimmel door VAN DER VEN en VAN DER WANT (97) ook in ons land op tabak gevonden.

De schimmel is in Nederland, behalve op de reeds genoemde bloemisterijgewassen, ook geconstateerd op vlas [DIDDENS (20)] en bonen (Verslagen van de Plantenziektenkundige Dienst).

C. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR EN VAN DE ZUURGRAAD OP DE ONTWIKKELING VAN T. BASICOLA

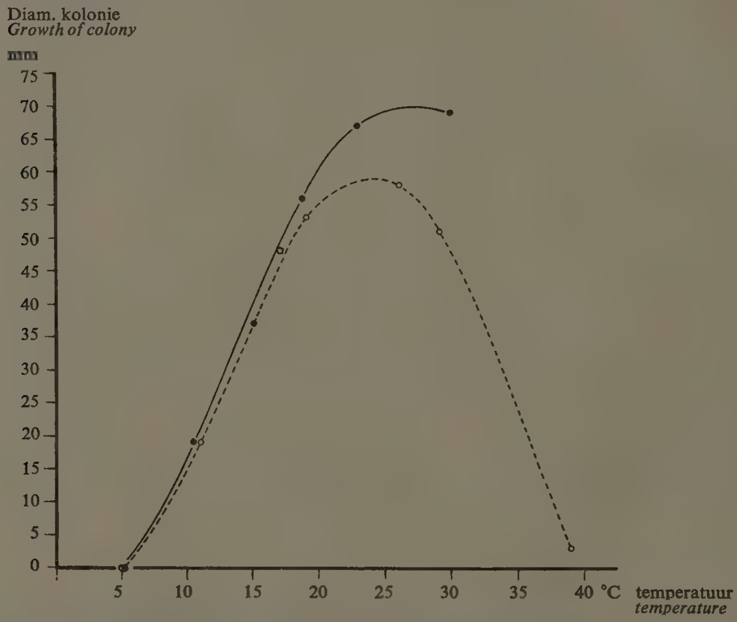
1. Temperatuur. Een factor, welke een zeer belangrijke rol speelt bij de aantasting van de plant door *T. basicola*, is de temperatuur. Door verschillende auteurs is daarom onderzoek verricht naar de invloed van de temperatuur op de groei van de door hen geïsoleerde *Thielaviopsis*-stam. De groeisnelheid wordt vastgesteld door het meten van de diameter van de *Thielaviopsis*-kolonie in een Petrischaal.

Zo heeft GILBERT (28) de eerste proeven over de temperatuursinvloed gedaan met een stam geïsoleerd van tabak. Hoewel hij de intervallen in de temperatuur vrij groot en onregelmatig nam, zijn de verkregen resultaten door latere onder-

zoekers over het algemeen wel bevestigd. GILBERT vond dat bij 1,3 °C geen groei optrad, van 8–11 °C een langzame, terwijl tussen 18 en 25 °C de groei goed was en optimaal werd bij 30 °C; bij hogere temperatuur nam de groeisnelheid sterk af (34 °C) en bij 37 °C vond geen groei meer plaats.

Voor een ras geïsoleerd van tomaat lag de optimum-temperatuur bij ± 25 °C zoals WILLIAMS (102 en 103) aangeeft. Ten slotte zijn onderzoekingen in ons land, gedaan over de optimale temperatuur voor de groei van *T. basicola*. TIDDENS (95) vond voor een stam geïsoleerd van Primula 24–25 °C; bij 10 °C had heel zwakke groei plaats en bij ± 33 °C groeide de schimmel niet meer.

Voor het bepalen van de temperatuurs-kromme van *T. basicola* geïsoleerd van Lathyrus werd de schimmel geënt op Petrischalen met aardappelagar of neutrale havermout als voedingsbodem. De eerste bodem heeft het voordeel dat daarop de groei beter is waar te nemen. Het verloop van de groei is weergegeven in grafiek 1.



GRAFIEK 1. Invloed van de temperatuur op de groei van T. basicola.
Graph 1. Influence of temperature on growth of T. basicola.

——— 9 dagen op aardappel-glucose-agar
9 days on potato-dextrose-agar

-------- 13 dagen op neutrale havermout-agar
13 days on neutral oatmeal-agar

Bij microscopisch onderzoek van de schimmel bij de verschillende temperaturen werden de volgende waarnemingen over de groei gedaan:

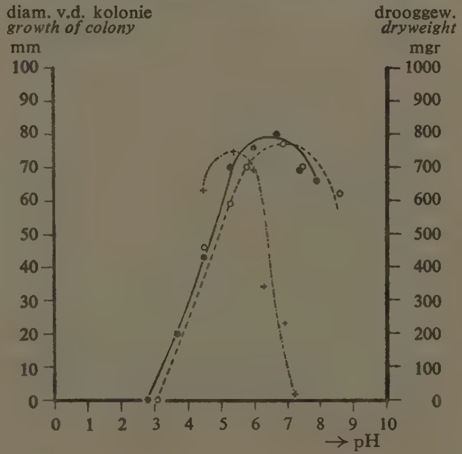
± 5 °C. Uitsluitend luchtmycelium met endoconidiën op het entstukje.
± 11 °C. Naast de endoconidiën ook enkele chlamydosporen.
± 17 °C. Veel endoconidiën maar ook chlamydosporen.
± 19 °C. Zowel endoconidiën als chlamydosporen.
± 26 °C. Zelfde beeld als bij 19 °C.
± 29 °C. Abnormaal gezwollen myceliumdraden; veel endoconidiën en slechts enkele chlamydosporen.
± 39 °C. Geen groei.

De optimum-temperatuur van de *Thielaviopsis*-stam van Lathyrus ligt ook weer bij ±25 °C, zoals de grafiek aangeeft. Deze stam sluit zich daardoor volkomen aan bij de andere Europese stammen; echter komen bij de hoge temperatuur bijna geen chlamydosporen voor welke wel door WILLIAMS (103) werden waargenomen, maar wel endoconidiën, zodat onze stam daarin overeenstemt met die van TIDDENS (95). Wat betreft de maximum-temperatuur wijkt de Lathyrus-stam af van de stam van TIDDENS; de stam van Lathyrus heeft een hoger maximum, waarin deze stam overeenkomt met de stam van WILLIAMS. Dat de groeisnelheid op verschillende voedingsbodems niet volkomen gelijk behoeft te zijn, komt ook in het uitvoerig onderzoek van RAWLINGS (74) tot uiting.

Plaatsen wij de schalen van 5 °C en 39 °C na afloop van de proef bij 24 °C, dan groeit het mycelium spoedig weer uit, een bewijs dus dat deze temperaturen voor *T. basicola* niet dodelijk zijn. Wat betreft de lagere temperaturen was dit ook niet te verwachten, aangezien na een strenge winter, waarbij in de grond een temperatuur kan heersen welke aanzienlijk beneden 5 °C is, toch de *Thielaviopsis*-aantasting van de Lathyrus niet vermindert.

2. Zuurgraad. TIDDENS (95) heeft tot 1933 de literatuur, welke de invloed van de zuurgraad op *T. basicola* behandelt, samengevat. Sedertdien zijn er slechts weinig nieuwe gegevens aan toegevoegd. In het algemeen komen de auteurs tot de conclusie, dat de schimmel zich goed ontwikkelt bij een pH 6,0,

GRAFIEK 2. Invloed van de zuurgraad op T. basicola.
Graph 2. Influence of pH on T. basicola.
a. Op de diameter van de kolonie
On diameter of colony
-------- aardappel-glucose-agar
potato-dextrose-agar
——— havermout-agar
oatmeal-agar
b. -·-·-· Op het drooggewicht
On dry-weight



terwijl de ontwikkeling niet merkbaar wordt beïnvloed bij stijgende pH [ANDERSON, OSMUN en DORAN (2), SCHAFFNIT en MEYER-HERMANN (80), TIDDENS (95), RAWLINGS (74)]. Als criterium voor de invloed van de pH heeft men steeds, met uitzondering van TIDDENS, de toename van de diameter van de schimmelkolonie op een vaste voedingsbodem genomen. De invloed van de pH op de *Thielaviopsis*-stam van Lathyrus werd ook door ons eerst op deze wijze bepaald. Als vaste voedingsbodems werden gekozen aardappel-glucose-agar en havermout-agar, welke door toevoegen van HCl of NaOH op de gewenste zuurgraad werden ingesteld. In grafiek no 2 is de toename in diameter bij een bepaalde pH (hiervoor is de pH na afloop van de proef gekozen) na 11 dagen weergegeven; het betreft hier een gemiddelde van 5 kolonies.

In onderstaande tabel 1 is het microscopisch beeld van de schimmel bij de onderzochte pH's weergegeven.

TABEL 1. Microscopisch beeld van T. basicola, gekweekt bij verschillende pH.
Table 1. Microscopical appearance of T. basicola, grown at different pH.

begin pH *initial pH*	eind pH *final pH*	aardappel-glucose-agar. beeld van de kolonie	*potato-dextrose-agar appearance of the colony*
2,9	2,7	geen groei	*no growth*
3,5	3,8	dichte witte myceliummassa; hyphen klein-cellig, gevacuoliseerd	*dense white mycelium; hyphae with small cells, vacuolised*
4,5	4,5	minder compact mycelium; hyphen kurketrekkervormig gewonden en gepigmenteerd; weinig endoconidiën	*mycelium less dense; hyphae winding like a corkscrew and somewhat pigmented; a few endoconidia*
5,2	5,3	hyphen normaal, gepigmenteerd; endoconidiën en 3-cellige chlamydosporen	*normal hyphae, pigmented; endoconidia and 3-celled chlamydospores*
6,0	5,9	idem	*idem*
7,0	6,4	hyphen donker gepigmenteerd; minder endoconidiën, veel chlamydosporen	*hyphae darkly pigmented; fewer endoconidia, many chlamydospores*
8,0	7,4	zeer weinig, slechts oppervlakkig groeiend mycelium; hyphen dun en iets getordeerd; slechts enkele endoconidiën of chlamydosporen	*Mycelium very sparce and growing only superficially; hyphae thin and somewhat tortuous; only a few endoconidia or chlamydospores*
9,0	7,9	idem	*idem*

De pH-waarden, welke werden gevonden aan het begin en aan het eind van de proef, vertonen boven pH 6 een verschuiving naar het zure gebied. Er werd niet nagegaan in welk tijdsverloop deze pH-verschuivingen optraden; gezien echter de zeer snelle veranderingen, reeds na 1 of 2 dagen, welke in een vloeibare voedingsbodem (aardappel-glucose-water) door ons werden vastgesteld, is het zeer waarschijnlijk dat ook bij een vaste voedingsbodem de pH snel verandert. Dit is dan ook de reden, dat in grafiek 2 deze eind-pH's zijn uitgezet. Uit de grafiek blijkt duidelijk dat de mate van ontwikkeling op de beide voedingsbodems niet ver uiteenloopt. De optimale groei ligt hier bij een pH 6,4–7. Aangezien aardappel-glucose-agar het voordeel heeft een meer doorzichtige bodem te zijn, werd deze veelal in het onderzoek gebruikt.

De plaatmethode bevredigde echter niet, omdat daarbij slechts de diameter

van de kolonie wordt bepaald, terwijl zodoende niet met de totale ontwikkeling rekening wordt gehouden. Dit bezwaar komt vooral tot uiting bij de beide hoogste pH's; de diameter is daar nog vrij aanzienlijk, terwijl het mycelium zich slechts als een zeer dun, oppervlakkig laagje uitbreidt.

Een veel betere basis is de bepaling van het drooggewicht, waardoor myceliummassa en sporenmassa worden aangegeven. Dit geschiedde door de schimmel te laten groeien in een voedingsoplossing bestaande uit aardappelwater met glucose, welke door toevoeging van een phosphaatbuffer op de gewenste pH werd gebracht. Hierbij zorgden wij ervoor, dat het PO_4-gehalte van de oplossingen niet hoger dan 0,4 % was (zie TIDDENS), terwijl de concentratie van de voedingsoplossing zodanig werd verhoogd, dat na het toevoegen van de buffer de concentratie weer met de normale overeenkwam.

Als entmateriaal gebruikten wij 1 cc van een sporensuspensie. Aangezien de schimmel zich nu in een gebufferde oplossing kon ontwikkelen, was het mogelijk de groei na een lange periode te bepalen. De myceliummatten werden op gesinterde glasfilters afgezogen, 2 maal met warm water gespoeld, daarna 2 maal met aceton en 2 maal met aether uitgewassen. Gedroogd werd in een exsiccator boven sterk zwavelzuur.

Per pH-serie werden 5 Erlenmeyers van 300 cc gebruikt, elk gevuld met 60 cc van de bovengenoemde oplossing. Het in de tabel 2 gegeven drooggewicht is het gemiddelde van 5 bepalingen.

TABEL 2. Drooggewicht van *T. basicola* na 5 weken cultuur in een gebufferde voedingsoplossing

Table 2. Dry-weight of T. basicola after 5 weeks' growth in a buffered culture medium

begin pH *initial pH*	eind pH *final pH*	drooggewicht in mgr *dry-weight in mgr*
4,6	4,5	631
5,4	5,4	745
5,9	6,0	691
6,4	6,3	340
7,2	6,9	230
8,2	7,2	15

Vergelijken wij in grafiek 2 de krommen gebaseerd op de diameter van de kolonie met de kromme gebaseerd op de drooggewichten, dan blijken de pH-optima niet volkomen samen te vallen. In de gebufferde voedingsoplossing is het optimum ongeveer bij pH 5,5–6, terwijl het optimum bij de plaatmethode iets hoger ligt, namelijk bij pH 6,5. De hier gevonden optimale pH-waarde op vaste bodem stemt overeen met die welke wij in de literatuur vinden aangegeven. Het pH-optimum door ons op vloeibare bodem gevonden, wijkt daarvan af, terwijl bovendien in ons geval bij een pH hoger dan 6 een sterke daling van het drooggewicht plaats vindt. TIDDENS kon dit voor haar stam, van Primula geïsoleerd, niet waarnemen; de Primula-stam ontwikkelt zich tussen pH 6 en 8 ongeveer even sterk. De door ons waargenomen daling boven pH 6 stemt met het gedrag van de Lathyrus-stam op vaste bodem overeen. In tabel 1 ziet men, dat bij een pH hoger dan 6,4 (dit is de eind pH) het mycelium zich slecht ontwikkelt.

HOOFDSTUK IV

INFECTIEPROEVEN MET THIELAVIOPSIS BASICOLA

De isolaties, gemaakt van zieke Lathyrusplanten welke bij de kwekers waren verzameld of door hen waren ingezonden, wezen steeds op het – in overwegend aantal – voorkomen van *T. basicola*. Ook bij microscopisch onderzoek, speciaal van kort geleden aangetaste plaatsen, vonden wij steeds deze schimmel. Echter konden infectieproeven met *T. basicola* pas het bewijs leveren dat deze schimmel de oorzaak was van de waargenomen verschijnselen van „bodemmoeheid". Daartoe werden de volgende proeven verricht:

A. Infectieproeven in cultuurmedia.
B. Infectieproeven in potten.
   Bovendien werden nog verricht:
C. Proeven in tabletten, waarbij een natuurlijk-zieke grond in verschillende verhoudingen gemengd wordt met nieuwe grond.

A. INFECTIEPROEVEN IN CULTUURMEDIA

Aangezien proeven in potten en in de volle grond nimmer vrij van andere organismen zijn, moesten buisproeven gedaan worden, waarin bovendien het verloop van de aantasting het best te volgen is. Zaden van Lathyrus var. Orange King, werden gedurende 30 seconden in alcohol 50 % ontsmet en daarna 3 maal gespoeld in steriel water. De zaden werden daarna in wijde buizen, gevuld met de voedingsoplossing TOTTINGHAM + Borium op stoeltjes van filtreerpapier te kiemen gelegd. Het ontsmette zaad kreeg eerst gelegenheid om in de buizen te kiemen. Daarna vond enting van de kiemplantjes met de schimmelstukjes plaats. Dit gebeurde door de stukjes tegen de wortelhals te leggen. In het begin van het onderzoek werden zaad en schimmel tegelijk in de cultuurbuis gebracht. Deze manier van werken voldeed niet, omdat dan het kiemworteltje direct werd aangetast, waardoor een abnormaal ziektebeeld ontstond.

Meestal was na ongeveer 5 dagen reeds enige aantasting waar te nemen in de vorm van kleine bruine streepvormige plekjes, in de lengterichting van het worteltje lopend. Bij microscopisch onderzoek waren hierop de chlamydosporen van *T. basicola* duidelijk waarneembaar. Geleidelijk werden grotere of kleinere delen van de wortel licht- tot donkerbruin gekleurd en breidden de streepvormige plekjes zich uit tot ringvormige. In de buisproeven waren reeds na 2 weken de worteltjes bruin gekleurd, terwijl na 4 weken de kleur sterk bruin geworden was, hiermede aangevend: 1e dat de aantasting zeer ernstig was en 2e dat bruingekleurde chlamydosporen in grote massa op het worteltje waren gegroeid. In de pas aangetaste worteltjes was op dwarse doorsnede nog duidelijk waar te nemen wààr de infectie het eerst was opgetreden. Op die plaats was de bruinkleuring van de wand en van de celinhoud van de epidermis en van het daaronder liggende schorsparenchym het verst voortgeschreden.

Indien de planten reeds langer geïnfecteerd waren trad ook een bruinkleuring

van de stengelbasis op, welke zich iets wigvormig naar boven uitbreidde. Het verkregen aantastingsbeeld beantwoordde geheel aan dat wat in natuurlijk milieu ontstaat. De controleplantjes waren goed ontwikkeld en hadden een blank wortelstelsel.

In een andere proefserie kregen de Lathyrusplantjes (Orange King) gelegenheid om zich gedurende 14 dagen te ontwikkelen alvorens ze geïnfecteerd werden. Bij een controle, 2 weken na de infectie, was reeds een begin van bruinkleuring waar te nemen; na 4 weken waren de worteltjes eveneens donkerbruin geworden. Het gedrag van deze kiemworteltjes welke in een ouder stadium werden geïnfecteerd, was geheel gelijk aan dat van de jong geïnfecteerde worteltjes. In de niet geïnfecteerde buizen ontwikkelden zich de kiemplantjes gedurende deze tijd goed. De worteltjes hadden een mooi gezond uiterlijk en waren anatomisch volkomen normaal.

De hier verkregen wel zeer snelle en hevige infecties steunen zeker niet de mening van ROODENBURG (75), DIDDENS (20) en TIDDENS (95) dat de worteltjes pas nadat deze door inwerking van koolzuur zijn verzwakt, kunnen worden aangetast door *T. basicola*. Ook uit de proeven van SATTLER (79) – evenals die van ROODENBURG over de invloed van koolzuur op de aantasting van bonen door *T. basicola* – kan niet worden geconcludeerd dat de schimmel een zwakteparasiet is. Het blijkt, dat de grootste schade door *T. basicola* aan de plant toegebracht juist bij die koolzuurconcentratie valt, waarbij de controleplanten zich optimaal ontwikkelen.

Van dezelfde gedachte, namelijk dat *T. basicola* pas kan aantasten indien de worteltjes door de een of andere oorzaak zijn verzwakt, gaat men uit wanneer wordt verondersteld dat eerst aaltjes de wortels zullen moeten aanprikken, of dat eerst wonden moeten ontstaan. In onderstaande proefjes is door ons nog nagegaan of deze veronderstelling juist is.

Lathyruszaad, var. Snowstorm, werd op de gebruikelijke wijze gedesinfecteerd en in cultuurbuizen verder gekweekt. De kiemplantjes werden in groepen verdeeld, waarvan één groep, de controleplantjes, geen behandeling onderging. De plantjes van de tweede groep werden weer onderverdeeld, zodanig dat na verschillende tijden de wortelhals werd aangeprikt; de derde groep werd behandeld als groep 2 maar bovendien geïnfecteerd met *T. basicola*. De vierde groep werd niet aangeprikt maar wel op verschillende tijden geïnfecteerd. De resultaten na 5 weken waren:

groep 1: goed ontwikkelde planten met een blank wortelstelsel;
groep 2: goed ontwikkelde planten, op het blanke wortelstelsel zijn de aangeprikte plaatsen callusachtig verdikt, echter niet bruin verkleurd;
groep 3 en 4: de beide geïnfecteerde groepen zijn sterk aangetast, onderlinge verschillen zijn echter niet waar te nemen.

Voor de hierboven uitgesproken veronderstelling kunnen wij in deze proef dus geen steun vinden. Later werden deze proeven nog iets gewijzigd. Het stukje mycelium van *T. basicola* was nu: *a* dichtbij en *b* ver van de aangeprikte plaats geënt. In beide gevallen waren de worteltjes na 5 dagen sterk aangetast, terwijl de eerste bruinkleuring daar optrad, waar het entstukje zich bevond en zeker niet op de aangeprikte plaats.

Wij mogen uit het bovenstaande wel besluiten dat *T. basicola* primair en niet secundair na een beschadiging van de wortels de plant aantast.

B. INFECTIEPROEVEN IN POTTEN

Voor deze proevenreeks was uitgegaan van een natuurlijk geïnfecteerde grond welke was gesteriliseerd door behandeling met stoom. Gedesinfecteerde aarden potten waren tot halve hoogte met deze grond gevuld en daarna werden enkele mycelium-matten van *T. basicola* op de aarde gelegd, waarna de potten verder gevuld werden. De controle-serie bestond uit gedesinfecteerde potten gevuld met gestoomde grond. Bij een derde serie werden potten gevuld met de natuurlijk geïnfecteerde grond. In de potten plantten wij Lathyruskiemplantjes van de var. Sunray.

In de kunstmatig geïnfecteerde potten waren aan het eind van de proef de worteltjes plaatselijk bruin gekleurd, en wel slechts daar waar de worteltjes in aanraking met de mycelium-mat waren geweest. De aantasting in de kunstmatig geïnfecteerde potten beantwoordde niet aan de verwachtingen; de indruk werd gewekt dat de worteltjes slecht door de mycelium-mat heen konden groeien, terwijl ook de verspreiding van de schimmel in de aarde slechts gering scheen te zijn.

In een volgende proefserie werd daarom een enigszins andere wijze van infectie gevolgd. Aquariumbakken werden door schuin gestelde glasplaten in twee helften verdeeld. De ene helft werd ongevuld gelaten, de andere helft gevuld met:

a. gestoomde zieke grond;
b. zieke grond;
c. gestoomde zieke grond, welke is geïnfecteerd door met kwartszand fijngewreven mycelium-matten goed met de aarde te vermengen;
d. gezonde grond.

Hierin werden Lathyrus-kiemplantjes var. Snowstorm geplant, zodanig dat de wortels gedwongen waren om langs de schuingestelde glasplaat te groeien. Aldus was het verloop van de aantasting visueel te volgen.

In serie *a* en *d* ontwikkelden de wortels zich gezond; in serie *b* en *c* waren de wortels al vrij spoedig (12 dagen) pleksgewijze bruin gekleurd, waar dan *T. basicola* te vinden was. Het aantal infectieplaatsen was echter bij *c* geringer. Dit kan zijn oorzaak vinden in de geringere besmettingsgraad van de grond vergeleken met die van de zieke grond. In een later stadium was ook nu weer, zowel in serie *b* als *c* de stengelbasis aangetast. Aan het eind van de proef – na ongeveer 2 maanden – waren de planten in serie *b* en *c* duidelijk achtergebleven in ontwikkeling. Het aantastingsbeeld in *c* was geheel en al hetzelfde als bij *b*, terwijl deze beelden overeenkwamen met die, welke bij de kwekers werden waargenomen.

C. PROEVEN IN TABLETTEN, WAARBIJ EEN NATUURLIJK-ZIEKE GROND IN VERSCHILLENDE VERHOUDINGEN GEMENGD WORDT MET NIEUWE GROND

Er werd gestreefd naar een proefopzet, waarbij we de natuurlijke wijze van kweken zoveel mogelijk benaderden. Door middel van betonplaten werd een

tablet in de proefkas in acht gelijke vakken verdeeld. De Lathyrus kon nu ruim 30 cm diep wortelen, terwijl ook het wortelstelsel zich rondom kon uitbreiden. Als uitgangsmateriaal diende nieuwe grond waarop nog nooit Lathyrus was geteeld en grond waarop reeds eerder Lathyrus was geteeld. Van deze laatste was bekend, dat de Lathyrus daarop aan het eind van de cultuurperiode door *T. basicola* was aangetast. Door deze gronden in bepaalde verhoudingen goed te mengen, verkregen wij een reeks grondmengsels welke als in verschillende mate geïnfecteerd beschouwd mochten worden, namelijk:
0 % zieke grond (= nieuwe grond); 5 %-, 10 %-, 20 %-, 40 %-, 60 %-, 80 %-zieke grond en 100 % (= uitsluitend) zieke grond. Twee dagen nadat de grond was gemengd, werden in elk vak 10 zaden van de var. Sunray en 10 van de var. Daphne gezaaid, beide variëteiten van de kaslathyrus. De duur van de proef was 4 maanden.

Na 1 maand werd, door voorzichtig verwijderen van de aarde om de stengelvoet gecontroleerd of er reeds aantasting had plaats gevonden. Door de meer of mindere bruinkleuring kon de mate van aantasting vastgesteld worden. Al naar het grondmengsel een hoger percentage zieke grond bevatte, werd de bruinkleuring van de stengelvoet sterker. Dit gold zowel voor planten van de var. Daphne als van de var. Sunray. Op 0 % zieke grond was geen bruinkleuring waar te nemen.

Duidelijk kwam naar voren, dat ook reeds bij een klein percentage zieke grond de stengelbasis (en deze wordt pas na het wortelstelsel aangetast) spoedig was geïnfecteerd. De donkerbruine chlamydosporen van *T. basicola* waren op de aangetaste plekken waar te nemen.

Toen na vier maanden de proef werd opgeheven, omdat het gewas aan het eind van de bloeiperiode was gekomen, bleek dat de opbrengst uitgedrukt in het aantal bloemstelen, de gemiddelde lengte van de bloemstelen, het percentage knopval en de lengte van het gewas als volgt was beïnvloed:

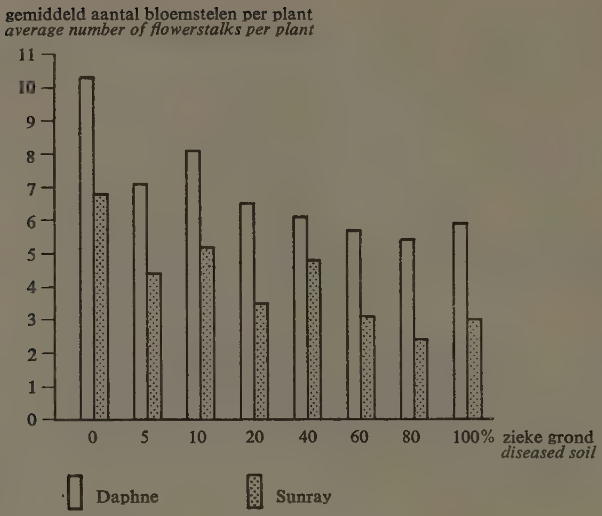
TABEL 3. Invloed van de infectiegraad van de grond op Lathyrus var. Daphne en var. Sunray
Table 3. Influence of the degree of infection of the soil on Lathyrus var. Daphne and var. Sunray

% zieke grond *% diseased soil*	gem. aantal bloemstelen per plant *average number of flowerstalks per plant*		gem. lengte bloemsteel in cm *average lenght of flowerstalk in cm*		% knopval *% buddrop*		gem. totale lengte van de plant *average total length of plant in cm*	
	Daphne	Sunray	Daphne	Sunray	Daphne	Sunray	Daphne	Sunray
0 [1]	10,3	6,8	7,5	7,2	7,3	8,4	157	129
5	7,1	4,4	7,8	7,0	18,0	16,6	178	182
10	8,1	5,2	9,5	7,0	19,7	16,5	175	148
20	6,5	3,5	6,5	8,5	12,9	16,9	166	143
40	6,1	4,8	7,5	7,0	11,5	17,2	118	111
60	5,7	3,1	7,5	6,0	16,5	20,3	92	78
80	5,4	2,4	6,5	5,5	10,5	20,0	106	71
100 [2]	5,9	3,0	8,0	6,0	18,0	22,4	100	90

[1]) fresh soil [2]) diseased soil

---

[1]) Uit onderzoek van LEVYKH (55) blijkt, dat het aantal chlamydosporen, waarbij aantasting van tabak plaats kan hebben, zeer uiteenloopt. Bepalingen, door middel van centrifugeren, toonden aan dat bij 100 chlamydosporen per cc grond reeds een zeer lichte infectie optreedt, terwijl bij 5780 chlamydosporen de sterkste aantasting plaats vond.



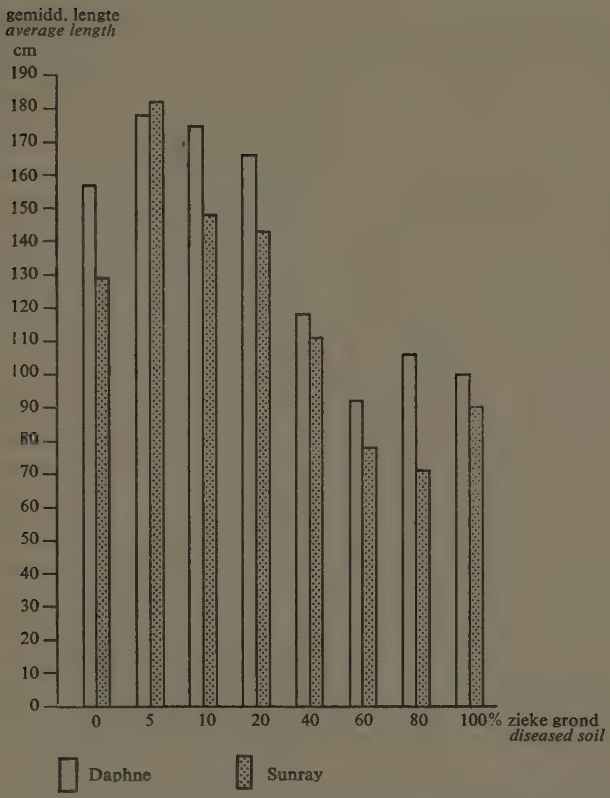
GRAFIEK 3. Invloed van de infectiegraad van de grond op het aantal bloemstelen per plant.
Graph 3. Influence of the degree of infection of the soil on the number of flowerstalks per plant.

Uit tabel 3 en de grafieken 3 en 4 blijkt wel, dat zelfs bij een klein percentage zieke grond, dus bij een geringe hoeveelheid infectiemateriaal, toch een zeer merkbare invloed op de onderzochte factoren aanwezig is. Het aantal bloemstelen en de lengte van het gewas zijn geringer bij hogere percentages zieke grond. De lengte van de bloemstelen wordt minder beïnvloed; de var. Sunray echter vertoont een duidelijker achteruitgang dan de var. Daphne, waarbij het verloop onregelmatig is. In deze proef is tevens het percentage knopval bepaald, dit in verband met knopval-onderzoek, waarover elders gepubliceerd zal worden. De tabel geeft duidelijke aanwijzingen dat dit percentage aanzienlijk stijgt, zodra de planten zijn aangetast door *T. basicola*. De oorzaak van deze toename van de knopval wordt door de auteur gezocht in gestoorde opname en transport van het voedsel als gevolg van de aantasting. De uitkomsten van de proef belichten dus één van de factoren waardoor de knopval kan worden beïnvloed.

Opvallend is de toename van de spruitlengte, indien 5 % zieke grond door gezonde grond is gemengd, ten opzichte van de geheel gezonde grond. Deze zelfde tendens vinden wij in de proeven van VAN DER SMAN (86).

Evenals in onze proeven ondergaat ook bij haar proeven de lengte van de bloemstelen slechts een geringe vermindering, bij toenemend ziekte-percentage van de grond, terwijl het aantal bloemstelen veel sterker wordt beïnvloed. Ook wanneer bij onze proeven de grond bestaat uit 80 % of 100 % zieke grond, treedt bij de var. Daphne een kleine toename op in de spruitlengte; bij de var. Sunray doet zich dit alleen bij 100 % zieke grond voor.

Aan het eind van de proef vertoonden de wortelstelsels van alle series met



GRAFIEK 4. Invloed van de infectiegraad van de grond op de gemiddelde totale lengte van de plant.
Graph 4. Influence of the degree of infection of the soil on the average total length of the plant.

uitzondering van die met 0 % zieke grond, het beeld van de *Thielaviopsis*-aantasting. Onderlinge verschillen zijn op dat moment nauwelijks waar te nemen.[1])

De voorgaande proeven maken het wel zeer waarschijnlijk dat *T. basicola* de oorzaak is van de „bodemmoeheid" bij Lathyrus. Bezien wij thans de oorzaken waardoor „bodemmoeheid" in het algemeen tot stand kan komen, dan zijn dit de volgende [zie voor een uitvoerig overzicht het artikel van DORSMAN (23)]:

1. Voedingselementen; deze komen als oorzaak van de „bodemmoeheid" van Lathyrus niet in aanmerking, aangezien de ziekte op allerlei grondsoorten

[1]) Om misverstand te voorkomen zij hier gewezen op het beknopte overzicht van de in tabel 3 gegeven waarnemingen, welke reeds zijn gepubliceerd in de Tuinbouwgids (68). Het blijkt dat, zonder bronvermelding en in enigszins omgewerkte vorm, in Gartenwelt (4) de gegevens uit de Tuinbouwgids zijn overgenomen. Wel refereert de Gartenwelt aan een artikel in Gartner-Tidende (3), waarin naar het oorspronkelijke artikel wordt verwezen.

reeds na één jaar cultuur optreedt. Het is niet waarschijnlijk dat op al deze grondsoorten welke een zeer verschillend gehalte van voedingsstoffen kunnen hebben, reeds na een jaar een tekort zal optreden, waardoor „bodemmoeheid" ontstaat. Bovendien zouden dan de verschijnselen, welke ontstaan indien de planten worden gekweekt in nieuwe grond gemengd met een klein percentage grond, welke ziek is en in het hier veronderstelde geval ongunstig zou zijn voorzien van voedingselementen, niet in zodanige mate optreden als uit tabel 3 blijkt.

2. Sporenelementen zouden na één jaar Lathyrus-cultuur in zo grote mate kunnen zijn opgebruikt, dat een tweede gewas hieraan gebrek zou hebben. In de resultaten van de mengingsproeven vindt deze veronderstelling geen bevestiging om dezelfde redenen als onder sub. 1 vermeld.

3. De „bodemmoeheid" van Lathyrus zou berusten op een ongunstige bodemstructuur. Dit is wel zeer onwaarschijnlijk, aangezien de „bodemmoeheid" op sterk verschillende grondsoorten kan optreden. Ook de proeven op blz. 23 kunnen daarvoor geen verklaring bieden.

4. Afscheidingsproducten afkomstig van de Lathyruswortel of van bodemorganismen, hopen zich in de bodem op, waardoor een ongunstig milieu voor de plant wordt geschapen. Ook deze veronderstelling kunnen wij verwerpen, omdat de afscheidingsproducten bij de mengingsproef tè grote verdunning ondergaan om nog werkzaam te kunnen zijn.

5. Door het verscheidene jaren achtereen terug komen met een bepaald gewas op dezelfde grond, kunnen plantaardige of dierlijke ziekteverwekkers in deze grond toenemen. Daardoor zal de aantasting van het gewas door de ziekteverwekker steeds sterker worden. In dit verband komt dan alleen de schimmel *T. basicola* als ziekteverwekker in aanmerking. Op grond van de waargenomen ziektebeelden en van infectieproeven kwamen aaltjes en andere schimmels niet in aanmerking als oorzaak van de „bodemmoeheid" van Lathyrus.

De infectieproeven met *T. basicola* onder IV A en B beschreven, hebben een duidelijk positief resultaat gehad. Het ziektebeeld komt geheel overeen met dat wat in de praktijk optreedt. Voorts zijn er mengproeven verricht (IV C), welke onder omstandigheden geschied zijn die de praktijk sterk benaderen. Zeer opvallend was hierbij dat toevoeging van een klein percentage zieke grond aan nieuwe grond de ziekte reeds in sterke mate doet optreden. Dit is alleen goed te verklaren, indien we aannemen, dat een parasiet, in dit geval *T. basicola*, die zich in de grond kan vermeerderen, de oorzaak is van de „bodemmoeheid".

Men heeft ook wel verondersteld, dat een bacteriophaag zich in de bodem zou ophopen, waardoor de werkzaamheid van de bacterieknolletjes zou verminderen. DEMOLON en DUNEZ (19) vinden dat „bodemmoeheid" van lucerne hierdoor kan worden veroorzaakt. Deze veronderstelling is als oorzaak van de „bodemmoeheid" bij Lathyrus zeer onwaarschijnlijk. Zowel bij een ziek als bij een gezond Lathyrusgewas werden weinig knolletjes op het wortelstelsel gevonden. Bij anatomisch onderzoek werden geen verschillen aangetroffen bij de knolletjes van een gezond en een ziek gewas.

ROODENBURG (77) en VAN DER SMAN (86) vonden dat door stomen van de grond de verschijnselen van „bodemmoeheid" voor de Lathyrus var. Sunray werden opgeheven. Ook uit onze eigen proeven blijkt dit (zie hoofdstuk VII A, blz. 52). Dit komt goed overeen met de aanname dat een schimmel de oorzaak is van de „bodemmoeheid", terwijl bij sommige andere oorzaken, als genoemd sub 2 en 3 het resultaat van het stomen niet zo goed zou zijn geweest.

HOOFDSTUK V

UITWENDIGE OMSTANDIGHEDEN WELKE DE AANTASTING BEINVLOEDEN

Het blijkt wel uit de literatuur dat de aantasting van verschillende gewassen door *T. basicola* onder invloed staat van een aantal factoren. Enkele daarvan kunnen de aantastingsgraad belangrijk wijzigen.

A. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR

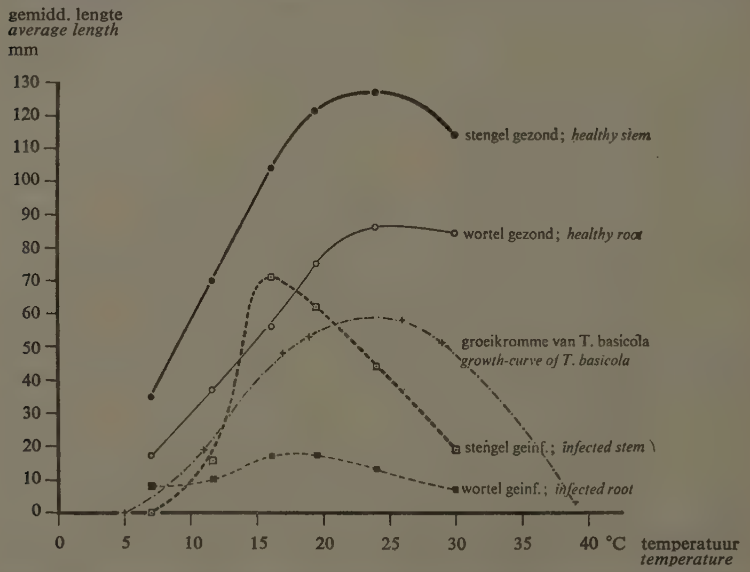
De eerste onderzoekers, welke zich bezig hielden met de invloed van de temperatuur op het optreden van het Thielaviopsis-wortelrot van de tabak, kwamen tot tegenovergestelde meningen. CLINTON (16) meende te hebben geconstateerd dat bij koud weer meer ziekte optreedt; GILBERT (28) vermeldt dat dit zich juist bij warm weer voordoet. Deze controverse was voor JOHNSON en HARTMAN (41) aanleiding om in temperatuurtanks de invloed van temperaturen tussen 15° en 30 °C (oplopend met een interval van 2 °C) op de aantasting na te gaan. Tussen 17° en 23 °C bleven de tabaksplanten in de geïnfecteerde grond sterk in groei achter; boven 26 °C was de groei van de planten in geïnfecteerde aarde even goed als die in niet-geïnfecteerde aarde. Bij nog hogere temperatuur (35–40 °C) vonden de auteurs geen mycelium of sporen meer op de plantenwortels. Belangrijk voor de tabakscultuur op het open veld is dat: 1e. de bij 20–21 °C gegroeide planten welke sterk aangetast zijn en daardoor een gering ontwikkeld wortelstelsel hebben, zich in 3–4 dagen herstellen, indien de temperatuur ± 10 °C stijgt. Hierbij sluit zich volkomen aan de waarneming welke de Plantenziektenkundige Dienst (98, 1928) deed met Primula. Indien de zieke planten werden geplaatst bij ongeveer 30 °C kregen ze weer een gezond groen uiterlijk. 2e. de schimmel niet in staat is om bij ± 31 °C de tabaksplant te infecteren, hoewel de groei van de schimmel zelf nog bijna optimaal is. Ook beneden ± 15 °C zijn de tabaksplanten bijna niet geïnfecteerd, maar deze temperaturen zijn in de practijk van geen belang.

Tot dezelfde waarneming, namelijk dat de optimale temperatuur van de aantasting minstens 10 °C lager ligt dan de optimale temperatuur voor de schimmelgroei (deze is dan ± 30 °C) komen ook JONES (42), JONES, JOHNSON en DICKSON (43). In dezelfde richting wijst ook het artikel van ANDERSON, OSMUN en DORAN (2). Al deze gegevens hebben betrekking op tabak. Voor tomaat [WILLIAMS (103)], boon en lupine [SATTLER (79)] en Primula [TIDDENS (95)] liggen de beide optima niet zover uiteen, hetgeen vooral wordt veroorzaakt doordat de door hen gevonden optimale temperatuur voor de schimmelgroei minstens 5 °C lager ligt en varieert tussen 23° en 25 °C.

Eigen onderzoek. Gestreefd werd naar een opstelling waarbij de gezonde en de geïnfecteerde proefplanten aan overigens gelijke omstandigheden werden onderworpen met als enige variabele factor de temperatuur. Wij gebruikten

daarom kiemplantjes, welke in een steriel milieu bij 6 verschillende temperaturen in de serie-thermostaat van ZWÖLFER werden opgekweekt in een voedingsoplossing. Werden deze proeven in een kas genomen [TIDDENS (95)], dan zouden wij te maken krijgen met de wel zeer uiteenlopende dag- en nachttemperaturen en bovendien met de van dag tot dag veranderende temperatuur. Ook leek het minder gewenst om de plantjes in aarde – hetzij nieuwe grond, hetzij natuurlijk-zieke grond – op te kweken. Dan toch zouden wij naast de al of niet aanwezigheid van *T. basicola*, nog te maken hebben met verschil in grondsoort, verschil in pH en vochtigheid.

De proef om de invloed van zes verschillende temperaturen op de ontwikkeling van kiemplantjes te toetsen, werd nu als volgt ingericht. Het zaad van de var. Snowstorm werd ontsmet in alcohol 50 % (30 sec.) en daarna twee maal gespoeld met steriel water. De zaden werden gebracht in Simplicia-buizen met een steriele oplossing TOTTINGHAM + Borium, op stoeltjes van filtreerpapier. De zaden kregen gelegenheid om voor te kiemen. Zodra de zaadhuid opengebarsten en het kiemworteltje duidelijk ontwikkeld was, werd het benodigde aantal buizen met gelijk ontwikkelde zaden uitgezocht. De buizen werden in de serie-thermostaat gezet [1]), welke zodanig was geplaatst, dat licht door een



GRAFIEK 5. Lengte-toename van gezonde en geinfecteerde stengels, resp. wortels, in verschillende temperaturen op voedingsoplossing gekweekt.
Graph 5. Increase in length of healthy and infected stems or roots, at different temperatures grown in a culture solution.

[1]) Prof. Dr J. E. W. IHLE doe ik gaarne mijn dank toekomen voor de gastvrijheid in zijn laboratorium geboden en voor de hulp welke het personeel bij het regelen van de serie-thermostaat mocht verlenen.

Dr J. DE WILDE, die met grote bereidwilligheid de serie-thermostaat voor mijn proeven ter beschikking stelde, komt daarvoor mijn hartelijke dank toe.

Noord-venster in de afzonderlijke temperatuur-vakjes viel. Per vak werden op een rij 5 buizen geplaatst. Behalve deze serie, welke niet geïnfecteerd was, werd onder geheel gelijke omstandigheden een geïnfecteerde serie ingezet. De uitgezochte kiemplantjes waren besmet met *T. basicola*. De proef werd in duplo uitgevoerd met geheel overeenkomstige resultaten. De resultaten, uitgedrukt in de lengtetoename van stengel respectievelijk wortel, zijn weergegeven in grafiek 5. In deze grafiek is de groeikromme van *T. basicola* eveneens opgenomen.

Uit de grafiek blijkt, dat de toename in lengte van de gezonde stengel bij ± 24 °C haar optimum bereikt. De „geïnfecteerde" stengel blijft wel is waar bij de gezonde stengel in lengte achter, maar vertoont toch tot ongeveer 16 °C een duidelijke toename. Vanaf deze temperatuur neemt de virulentie van *T. basicola* in die mate toe, dat de groei van de Lathyruskiemplantjes sterk wordt belemmerd. Zelfs bij temperaturen boven ongeveer 15–26 °C treedt geen herstel van de plant op, zoals dat bij tabak voorkomt.

Een dergelijk verloop als bij de stengel treedt ook bij de wortel op, zij het dat een zo sterke achteruitgang als bij de stengel bij ongeveer 16 °C valt waar te nemen, zich hier niet voordoet.

Conclusie. Deze resultaten maken het al heel weinig waarschijnlijk, dat men in de practijk door temperatuursverhoging een herstel van de Lathyrusplantjes zal bereiken.

B. INVLOED VAN DE ZUURGRAAD

In de dissertatie van TIDDENS (95) is de literatuur tot 1933, welke de invloed van de zuurgraad op de aantasting door *T. basicola* behandelt, samengevat. Uiteraard betreft het hier ook weer voornamelijk proeven met tabak genomen. Zonder de andere publicaties te kort te doen, zij hier alleen het onderzoek van ANDERSON, OSMUN en DORAN (2) genoemd. Hieruit blijkt dat in het algemeen beneden pH 5,6 geen wortelrot voorkomt, terwijl het boven pH 5,9 reeds ernstig is te noemen. De grenzen van deze „kritieke zone" blijken mede afhankelijk te zijn van de temperatuur. Beneden een pH van ± 5 is de grond reeds te zuur voor een goede ontwikkeling van de tabak. Tegenover deze resultaten staat het onderzoek van SCHAFFNIT en MEYER-HERMANN (80) die geen invloed van de zuurgraad op de aantasting van lupine en tabak konden vinden. De opzet van hun proeven is echter een andere; zij stelden gronden van de gewenste zuurgraad samen en infecteerden deze daarna op gelijke wijze. De vroegere onderzoekers, zoals JOHNSON en HARTMANN (41) maakten gebruik van natuurlijk-geïnfecteerde grond waarin de hoeveelheid infectie-materiaal zeker niet gelijk was; zij stelden de grond zo nodig op de gewenste zuurgraad in. Het gebruik van een tè zwak parasitaire stam zou volgens SATTLER (79) de oorzaak zijn dat SCHAFFNIT en MEYER-HERMANN geen invloed van de pH op de aantasting vinden. Toch constateren de beide laatst genoemde auteurs reeds na 6 dagen bruine aangetaste plekjes op de tabaksworteltjes van de geïnfecteerde serie, terwijl na 3 weken de wortels bruin zijn. Dit wijst mijns inziens niet op een zwak parasitisme van de door hen gebruikte *Thielaviopsis*-stam. Ondanks dit wijken de resultaten van SCHAFFNIT en MEYER-HERMANN af van die van andere onderzoekers.

Onderzoekingen na 1933, ook met tabak als proefplant, tonen aan dat een

optimale aantasting tussen pH 6,4 en 7 ligt; beneden pH 5,5 en boven pH 8,2 ontstaat er bijna geen aantasting [LEVYKH (56)]. KIGHTLINGER (45) noemt als grens een pH van 5,2 waar beneden geen aantasting plaats vindt; boven pH 6 is deze echter ernstig.

TIDDENS komt bij Primula tot de conclusie dat bij pH 6,4 de sterkste aantasting optreedt, ondanks het feit dat bij deze zelfde pH in de controle serie de best ontwikkelde planten voorkomen.

Eigen onderzoek. In oriënterende proeven over de invloed van de pH op de groei van gezonde Lathyrus-planten werden 1- en 2-toppige curven gevonden. De inrichting van de proeven was als volgt:

In jampotjes (inhoud ongeveer 350 cc) gevuld met een VAN DE CRONE-oplossing + B, welke door aanzuren met 1/10 N.HCl of door toevoegen van 1/10 N.NaOH op de gewenste zuurgraad (variërend van 3 tot 9) werden gebracht, werden Lathyrusplantjes (5 per pot) gekweekt [methode zie dissertatie DE JAGER (38)]. Elke dag werd de zuurgraad bijgesteld; voor de controle hiervan werd de Hellige Komparator gebruikt. Van elke Lathyrus-variëteit gingen we de ontwikkeling van 10 planten na; de onderzochte variëteiten waren: Red Boy, Gigantic, Sequoia en Blue Bird. De duur van de proef was ongeveer 2 maanden (ingezet van 31 October–3 November 1946; opgeheven 3–10 Januari 1947). Gemeten werd de lengte van de hoofdstengel en -wortel en tevens werd het drooggewicht van stengels en wortels bepaald.

Worden de gevonden waarden in een grafiek uitgezet, dan blijkt dat de lengte, respectievelijk het drooggewicht van de wortels bij de pH's 3 tot en met 9 voor alle vier genoemde variëteiten 2-toppig is. De toppen komen dan voor bij een pH van ongeveer 5 en 7, terwijl daartussen een gebied ligt (ongeveer bij pH 6) waar de gevonden waarden zeer veel lager liggen. De grafieken, welke de lengte, respectievelijk het drooggewicht van de stengel aangeven zijn 1-toppig voor zover het de var. Blue Bird en Gigantic betreft; 2-toppig bij de var. Red Boy en Sequoia. Bij Blue Bird en Gigantic ligt dan de optimale ontwikkeling bij een pH van ± 6, bij Red Boy en Sequoia juist weer ter weerszijde hiervan.

Aan de zo juist beschreven proef kleeft het bezwaar dat de zuurgraad steeds nauwkeurig moet worden bijgesteld. Ditzelfde geldt voor zand- of grindcultures.

Aangezien de zuurgraad van de grond onder natuurlijke cultuuromstandigheden niet sterk verandert, werd getracht door een proef inzicht te verkrijgen in het gedrag parasiet-plant gedurende een cultuurperiode bij een bepaalde pH. Aan de, in de literatuur vermelde proefopstelling, kleven enige bezwaren. Indien men werkt met natuurlijk-geïnfecteerde grond en als controle dezelfde grond in gesteriliseerde vorm gebruikt, zijn de omstandigheden niet volkomen vergelijkbaar. Ten eerste zal de infectiegraad niet overal even sterk zijn; ten tweede zullen tengevolge van het stomen voedingsstoffen vrijkomen en structuurveranderingen kunnen optreden, welke men niet onder controle heeft. Door het stomen zal men dus de opbrengst van het gewas beïnvloeden. Bovendien weten wij niets af van het bufferend vermogen van de grond, zodat wij niet zeker zijn of gedurende de proefduur de gewenste zuurgraad gehandhaafd blijft. Deze bezwaren worden ondervangen door het gebruik van zand-dusariet-mengsels, welke een groot bufferend vermogen bezitten door het grote adsorp-

tie-vermogen van het dusarietdeeltje.[1]) Doordat het als H-ionen buffer werkt, zullen er in de zand-dusariet-bodems slechts geringe pH veranderingen optreden. Door uitwisseling van de H-ionen van het H-dusariet door b.v. Ca-ionen kan men Ca-dusariet verkrijgen. Mengt men deze beide dusarieten in bepaalde verhoudingen dan kan men elke gewenste zuurgraad bereiken. Aangezien dit dusariet – een actief koolpreparaat – als kationen-adsorbens werkt (de adsorptie-capaciteit ligt in de buurt van 2 milli-aequivalent per gram droge dusariet), beschikt de plant over een voorraad van de toegevoegde kationen. Het zand-dusarietmengsel komt daardoor een humushoudende zandgrond nabij. [Zie voor nadere gegevens de publicaties van SCHUFFELEN (82), NIEUWDORP (70) en HELLINGA (34)].

De inrichting van de proeven was nu als volgt:

Het H-dusariet werd voor het drogen gespoeld met gedestilleerd water totdat het vrij was van zwavelzuur. Het glaszand werd gereinigd van organische stoffen door uitwassen met zoutzuur en spoelen met gedestilleerd water. Daarna werd het eveneens gedroogd. Door mengen van het gezuiverde H-dusariet met een oplossing van $Ca(OH)_2$ werd Ca-dusariet bereid en tenslotte gedroogd. Vervolgens werd door H-dusariet in verschillende verhoudingen te mengen met Ca-dusariet een pH-reeks verkregen. Nadat nu een dusariet van de gewenste zuurgraad in de verhouding 1 op 25 met het glaszand was gemengd, werd de watercapaciteit van het verkregen mengsel bepaald. Aan het zand-dusariet werden de volgende voedingszouten in onderstaande verhouding toegevoegd:

Het phosphaat in de vorm van $CaHPO_4$ en wel 500 mg per 1000 gram zand-dusariet. Verder 2,1 gram K_2SO_4, 1,56 gram $MgSO_4$ en 0,6 gram $NaNO_3$ per 100 gram dusariet. Het $NaNO_3$ werd drie keer toegediend; de eerste maal bij het planten en daarna telkens met twee weken tussentijd. Bovendien werden per 2500 g zand-dusariet nog de volgende zouten toegevoegd: 15 mg H_3BO_3, 250 mg $MnSO_4.5H_2O$ en 134 mg $CuCl_2.2H_2O$.

Nadat droog met elkaar waren gemengd: het dusariet, het zand en het $CaHPO_4$, werden de voedingszouten en de sporenelementen in een zodanige hoeveelheid water opgelost als overeenkwam met de gewenste watercapaciteit, welke in de eerste proef gesteld was op 60 %, in de tweede proef op 75 % van de totale watercapaciteit. Ten slotte werd in elke proef de helft van het aantal potten geïnfecteerd door 8 mycelium-matten van een volgroeide *T. basicola*-cultuur te mengen met het zand-dusariet. Zoals uit de gegevens op pag. 36 zal blijken, voltrekt de infectie zich bij de genoemde vochtigheids-percentages goed.

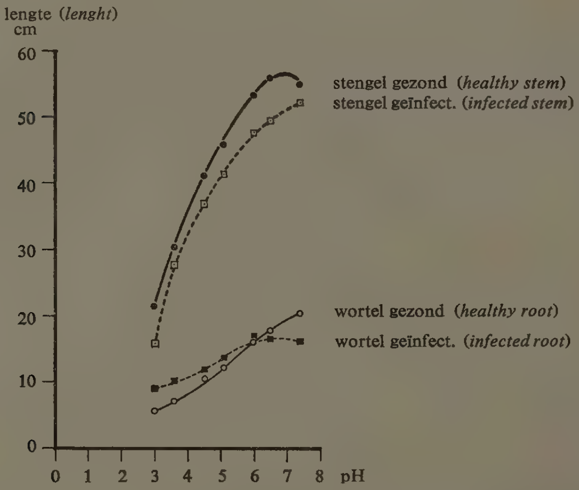
Bij gebrek aan Mitscherlich potten werden grote glazen cultuurvaten, welke elk ongeveer 2000 g zand-dusariet konden bevatten, voor de proeven gebruikt. Onderin werd een laag glaswol aangebracht, waarin twee glazen buisjes uitmondden. Deze buisjes staken boven de pot uit, waardoor enige gaswisseling onderin het cultuurvat mogelijk werd. Bovendien was centraal een glazen buis aangebracht, welke tot de halve hoogte reikte. Deze diende mede tot het, zo nodig dagelijks, aanvullen van de verdampte hoeveelheid water. Door wegen werd het ingestelde vochtgehalte constant gehouden. Aangezien de resultaten in de beide proeven niet geheel gelijkluidend waren, worden de uitkomsten van

---

[1]) Voor de uitvoerige inlichtingen, welke Prof. Dr A. C. SCHUFFELEN over de opzet van de dusariet-proeven verstrekte, zij hem hier hartelijk dank gebracht.

beide proeven hier gegeven. Gedurende de loop van de proeven veranderde de pH niet noemenswaard.

1e Proef. Het zand-dusarietmengsel was hier ingesteld op 60 % van de maximale watercapaciteit. De gebruikte Lathyrus-variëteit was: Snowstorm. De proefduur bedroeg bijna 2 maanden: van 19 December 1947 tot 12 Februari 1948. Nadat de „potgrond" ongeveer een week had gestaan, werden de kiemplantjes uitgezet. Tevoren werd de pH bepaald. Het bleek dat deze voor de niet-geïnfecteerde serie iets andere waarden had dan in de geïnfecteerde serie (zie grafiek 6).



GRAFIEK 6. Invloed van de pH op de groei van gezonde en geinfecteerde Lathyrus var. Snowstorm.
Vochtgehalte grond 60 %.
Graph 6. Influence of the pH on growth of healthy and of infected Lathyrus var. Snowstorm-Soil-humidity 60 %.

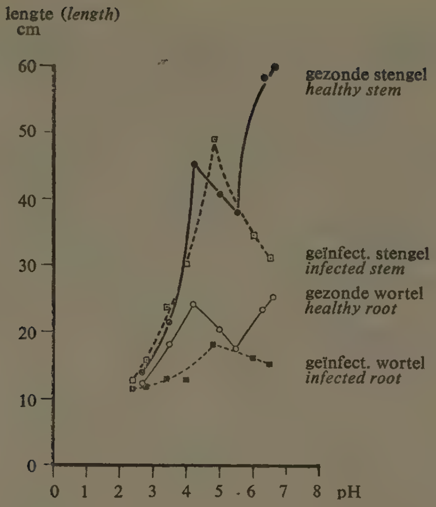
2e Proef. De watercapaciteit bedroeg in dit geval 75 % van de maximale; de Lathyrusvariëteit was nu Sunray. De proefduur bedroeg bijna 2 maanden, namelijk van 3 Juni 1948 tot 29 Juli 1948. De resultaten zijn weergegeven in grafiek 7.

Wanneer wij nu de grafieken 6 en 7, respectievelijk betrekking hebbende op de 1ste en de 2de proef, nader bezien, dan valt dadelijk op, dat de invloed van de zuurgraad ook in de niet-geïnfecteerde serie op de var. Snowstorm een andere is dan bij de var. Sunray.

De niet-geïnfecteerde planten van de var. Snowstorm ontwikkelen zich slecht bij een lage pH. De optimale pH ligt, althans voor de lengte van de stengel, bij een pH van ± 6,5. De wortel-ontwikkeling neemt toe tot een pH van ± 7,4. Indien de planten zijn geïnfecteerd, blijft de lengte beneden die van de niet-geïnfecteerde plant. De lengte van de geïnfecteerde wortel ligt eerst

GRAFIEK 7. Invloed van de pH op Lathyrus var. Sunray. Vochtgeh. grond 75 %.

Graph 7. Influence of pH on Lathyrus var. Sunray. Soil-humidity 75 %.



iets boven die van de niet-geïnfecteerde; bij een pH van ± 6,0 treedt als gevolg van de aantasting door *T. basicola* een vermindering van de lengte en een achteruitgang van het hele wortelstelsel op. Toch blijft in deze proef de achteruitgang van de plant onder invloed van de aantasting beneden de verwachting, hetgeen waarschijnlijk wordt veroorzaakt door het betrekkelijk lage vochtpercentage van de „grond".

In de tweede proef is daarom de vochtigheidsgraad verhoogd, aangezien bij stijgend percentage daarvan de invloed van de infectie op de plant toeneemt (zie blz. 36). De stengellengte van de var. Sunray neemt aanvankelijk, zoals ook bij de var. Snowstorm, toe met stijgende pH, tot ongeveer 4,5; daarna treedt een scherpe vermindering van de stengellengte op tot een pH van ± 5,5; waarna weer een snelle toename van de lengte volgt tot een pH van ± 6,7. De wortel volgt het verloop van de stengel nauwkeurig. Indien echter de planten zijn geïnfecteerd met *T. basicola* krijgen wij, inplaats van de bovenbeschreven 2-toppige krommen een 1-toppige, waarvan het optimum ongeveer bij pH 4,8 ligt. Boven deze pH treedt een snelle vermindering in lengte van de stengel en wortel op, welke zich voortzet tot pH 6,6. Bij deze pH is de invloed van de infectie op de plant het sterkste.

Uit de gegevens over de ontwikkeling van de schimmel bij verschillende pH's blijkt, dat de schimmel zich goed ontwikkelt in een pH-gebied van ± 5 tot ± 6,5 (zie blz. 19). In dit gebied vindt eveneens de optimale aantasting plaats, hetgeen zich vooral goed uit bij een vochtigheidsgraad van 75 %, zoals in de 2e proef is gebruikt. Vergelijken wij dit pH-gebied waar de aantasting van de Lathyrus door *T. basicola* sterk is, met de pH's van analyses van een dertigtal gronden uit de praktijk, dan blijken de pH's van deze gronden binnen het genoemde gebied te vallen. Een voor de groei van Lathyrus gunstige pH valt dus samen met een voor de aantasting eveneens gunstige pH.

Conclusie. De invloed van de pH op de groei van gezonde en geïnfecteerde Lathyrus is een zodanige dat men in de praktijk geen succes kan verwachten van verandering in de pH voor de bestrijding van het Thielaviopsis-wortelrot.

Het verschillend verloop van de pH-kromme van de niet-geïnfecteerde planten zowel in de oriënterende proef als in de dusariet-proeven, waardoor de kromme nu eens 1-, dan weer 2-toppig is, komt niet alleen bij Lathyrus voor. In de literatuur wordt dit verschijnsel ook vermeld. MEVIUS (66) evenals MES (65) wijzen reeds op het voorkomen van 1- en 2-toppige krommen. Zo verkrijgt MES bij tabak 1- zowel als 2-toppige krommen, al naar de voedingsoplossing $CaCO_3$ of $CaNO_3$ bevat. WIGGIN en GOURLEY (101) vinden bij gebruik van eenzelfde voedingsoplossing ook 1- en 2-toppige krommen voor verschillende variëteiten van diverse planten o.a. bij chrysanth en anjer. Evenmin als de bovengenoemde onderzoekers, was het mij mogelijk een bevredigende oplossing voor het waargenomen feit te vinden.

C. INVLOED VAN HET VOCHTGEHALTE VAN DE BODEM

De meeste onderzoekers zijn, onafhankelijk van het door hen onderzochte gewas, het er over eens, dat bij hoge vochtigheidsgraad van de bodem de aantasting door *T. basicola* ernstiger is. Zij besluiten hiertoe uit practijkwaarnemingen [GILBERT, tabak (28), SORAUER, cyclamen (87)] of uit proeven, zoals JOHNSON en HARTMAN (41) bij tabak, TIDDENS (95) bij Primula, SATTLER (79) bij boon en tabak en BÖNING (9) bij rode klaver. CHITTENDEN (12) kreeg aanvankelijk in geïnfecteerde grond geen aantasting van de Lathyrus; de groei was even goed als bij de controleplanten. Wanneer de potten nu enkele dagen zeer veel water kregen, dan vond in de geïnoculeerde serie een sterke aantasting plaats. Enkele van de genoemde onderzoekers gaan echter zover, dat zij aannemen dat een infectie alleen tot stand komt indien de planten tè veel water hebben gehad. Hiertegen pleit wel de waarneming van TAUBENHAUS (92), die zonder extra water toe te voegen snel een infectie van de Lathyrus-kiemplanten verkreeg, hoewel ook hij de invloed van een hoog watergehalte van de grond op de infectie toegeeft.

Eigen onderzoek. De meeste onderzoekers hebben gewerkt met natuurlijk geïnfecteerde grond, terwijl bij de controle-serie deze grond is gestoomd. Zoals reeds is opgemerkt (blz. 30) heeft dit voor een goede proefopzet bezwaren. Om dit te ondervangen en alle uitwendige omstandigheden als pH, bemesting, grondstructuur en hoeveelheid entmateriaal in de hand te hebben, werd ook nu weer gebruik gemaakt van de dusariet-zandmengsels, zoals beschreven onder V sub B. De pH van ongeveer 6,3 werd gekozen omdat, zoals uit de grondanalyses bleek, deze veel voorkomt in gronden waarop Lathyrus wordt geteeld.

Gebruikt werden geheel geglazuurde potten, welke in een tablet met turfmolm waren ingegraven om de verdamping tot een minimum te beperken. De potten stonden in een gewone kweekkas; het was helaas niet mogelijk over een ruimte van constante temperatuur te beschikken. Elke pot was gevuld met ongeveer 1500 gram zand-dusarietmengsel. Bij de geïnfecteerde serie werd per pot $7\frac{1}{2}$ mycelium-mat van een volgroeide *Thielaviopsis*-cultuur toegevoegd. Daarnaast werd een controle-serie, welke niet geïnfecteerd was, ingezet. *T. basicola* was

afkomstig van een cultuur, gekweekt op aardappelwater. De samenhangende mycelium-massa van deze cultuur werd in een mortier met een weinig zand fijngewreven en daarna goed vermengd met het zand-dusarietmengsel. Nadat eerst de maximale watercapaciteit van dit mengsel was bepaald, werden de zand-dusariet-gronden op zes verschillende vochtgehalten ingesteld (tabel 4). Het toevoegen van de voedingszouten geschiedde op dezelfde wijze als in V sub B (zie blz. 31). Per pot werden 5 Lathyrus-kiemplantjes van de var. Sunray, welke op gelijke grootte waren uitgezocht, geplant. Elk object werd in duplo uitgevoerd, zodat de resultaten het gemiddelde zijn van waarnemingen aan 10 planten. Het gewicht van de potten werd dagelijks door wegen gecontroleerd en zo nodig door toevoeging van water aangevuld tot het oorspronkelijke gewicht. De proefduur bedroeg 2½ maand. De resultaten vindt men in tabel 4 en 5 weergegeven.

In tabel 4 komt duidelijk naar voren, dat in de geïnfecteerde serie de ontwikkeling van het wortelstelsel slecht is bij alle vochtigheidsgraden. In de niet-geïnfecteerde serie vinden wij een verbetering bij toenemend vochtgehalte. De aantasting van het wortelstelsel in de geïnfecteerde serie neemt juist toe naarmate het wortelstelsel in de niet-geïnfecteerde serie beter is ontwikkeld.

TABEL 4. Invloed van verschillende vochtgehalten van de grond op de ontwikkeling van het wortelstelsel van wel en niet geïnfecteerde planten.

Table 4. Influence of different degrees of soil-moisture on the development of the rootsystem of not-infected and infected plants.

vochtgehalte in % van de maximale watercapaciteit *degree of soil moisture in %*	niet-geïnfecteerde serie *not infected series*		geïnfecteerde serie *infected series*	
	ontw. v. d. wortel *development of the root system*	kleur van de wortel *colour of the root system*	ontw. v. d. wortel *development of the root system*	kleur van de wortel *colour of the root system*
25	matig *moderate*	wit *white*	slecht *bad*	begin van bruinkleuring *a slight brown colouring*
50	matig tot goed *moderate to good*	blank *white*	matig tot slecht *moderate to bad*	bruin *brown*
62,5	vrij goed *fairly good*	overwegend blank wortelstelsel; een enkele aangetaste wortel met bruine vlekjes. [1]) *On the whole a white root system; a few infected roots with brown spots*	matig *moderate*	donkerbruin *darkbrown*
75	vrij goed *fairly good*		slecht *bad*	donkerbruin *darkbrown*
87,5	matig tot goed *moderate to good*		zeer slecht *very bad*	donkerbruin *darkbrown*
100	goed *good*		zeer slecht *very bad*	donkerbruin tot zwart *dark brown to black*

[1]) Waarschijnlijk hebben de kiemplantjes al in het zaaibakje een kleine infectie opgelopen, welke zich nu onder de proefomstandigheden openbaart.
Probably the seedlings got already slightly infected in the sowing pans, which infection becomes clearly visible under the experimental conditions.

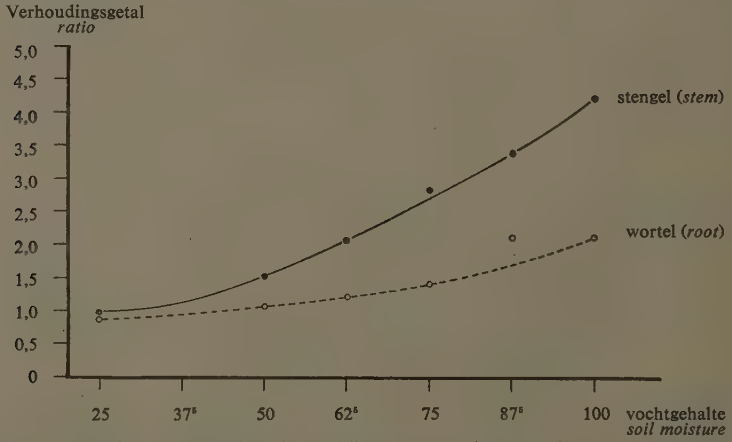
TABEL 5. Lengte van stengel en wortel onder invloed van het vochtgehalte.
Table 5. Length of stem and root as influenced by soil-moisture.

vochtgehalte in % *soil moisture in %*	stengellengte in cm *length of stem in cm*		verhoudings-getal van de stengel *ratio of stem*	wortellengte in cm *length of root in cm*		verhoudings-getal van de wortel *ratio of root*
	niet geïnfecteerd *not infected*	geïnfecteerd *infected*		niet geïnfecteerd *not infected*	geïnfecteerd *infected*	
25	19,5	20	0,975	12	14	0,857
50	38	25	1,520	16	15	1,067
62,5	62,5	30	2,083	17	14	1,215
75	71	25	2,840	18,5	13	1,423
87,5	76,5	22,5	3,400	19	9	2,111
100	91	21,5	4,233	22,5	10,5	2,143

De toename van het verhoudingsgetal is een aanduiding voor het sterker worden van de infectie.
From this table we see that the more the length of the infected plants is reduced the more the ratio increases.

Tabel 5 en foto 3a en 3b geven een goede aanvulling op het bovenstaande. Onder invloed van de infectie zien wij bij toenemend watergehalte slechts een geringe toename in de lengte van wortel of stengel optreden.

Duidelijker nog kan de invloed, welke het vochtgehalte van de bodem op de infectie uitoefent, worden weergegeven door de getallen, waarmee de verhouding tussen de lengte van de stengel, respectievelijk de wortel, van een niet-geïnfecteerde ten opzichte van een geïnfecteerde plant wordt aangegeven. Een hoger verhoudingsgetal duidt een sterkere infectiegraad aan (zie tabel 5 en grafiek 8).



GRAFIEK 8. Grafiek van de verhoudingsgetallen van stengel en wortel.
Graph 8. Graph demonstrating the ratio's length of stems and of roots of healthy and diseased plants.

De bovenbeschreven proeven met Lathyrus bevestigen de door andere auteurs bij verschillende gewassen gedane waarnemingen, namelijk dat bij ver-

a

b

FOTO 3. Invloed van het vochtgehalte van de grond op de ontwikkeling van Lathyrus.
Plate 3. Influence of soil humidity on growth of Lathyrus.

a. geïnfecteerde planten (*infected plants*)
b. gezonde planten (*healthy plants*).

De cijfers op de potten geven het vochtgehalte van de grond aan.
The numbers on the pots indicate the percentage soil humidity.

a. controle (*control*); *b.* 0.065 gr/l NaCl; *c.* 0.13 gr/l NaCl.

FOTO 4. Invloed van NaCl op de ontwikkeling van Lathyrus.
Plate 4. Influence of NaCl on growth of Lathyrus.

hoging van de vochtigheidsgraad van de bodem de aantasting door *T. basicola* toeneemt. De proeven geven tevens duidelijk aan dat ook reeds bij een laag vochtpercentage van de grond de wortels sterk worden aangetast, al is het niet in die mate als bij de hogere percentages.

Conclusie. Het vochtgehalte van de grond heeft wel invloed op de aantasting (zie tabel 5), doch is er niet beslissend voor. In de praktijk zal men er rekening mee dienen te houden dat een gewas wat onder niet vochtige omstandigheden geteeld wordt, ook sterk aangetast kan worden.

D. INVLOED VAN HET KEUKENZOUT

Zowel in het bloemencentrum Aalsmeer als in het Westland komt men vaak in kassen waar de grond bedekt is met een wit neerslag. Dit wordt veroorzaakt doordat de kasgrond meer vocht verdampt dan er door gieten bijkomt, waardoor het zout zich in de bovenste 3–5 cm ophoopt en zelfs bovenop uitkristalliseert [PIJLS (73a)]. Zo werd bijvoorbeeld voor de kas op de Proeftuin te Aalsmeer, waarin Lathyrus werd geteeld, gevonden, dat deze waarden zeer hoog kunnen zijn. Ze bedroegen voor de gloeirest 2 % en voor het keukenzout 0,25 %. Het is vooral de hoge keukenzoutconcentratie, welke schadelijk werkt op de plantengroei [KERS (44), SLITS (85)].

Van enkele bloemisterijgewassen is het bekend, dat ze zeer gevoelig zijn voor een hoge gloeirest, speciaal de rozenzetlingen ondervinden al schade bij een gloeirest van 0,2 % [WASSCHER (99), SEFFINGA (83 en 84) en ROWAAN (78)].

Vooral in het Westen van het land kan het gietwater een aanzienlijke hoeveelheid keukenzout bevatten. In het Westland is een concentratie boven 0,5 gram per liter voor de kascultures niet gewenst [GROOTENHUIS (32)].

Aangezien de twee belangrijkste centra van de Lathyruscultuur in bovenstaande gebieden te vinden zijn, is het waarschijnlijk dat de Lathyrus in vele gevallen wordt geteeld op gronden met een hoge zoutconcentratie. Het leek dus wenselijk de invloed van het keukenzout op de groei en de aantasting van de Lathyrus door *T. basicola* na te gaan. Dit temeer, omdat in de kassen gevallen zijn geconstateerd van een min of meer gedrongen Lathyrusgewas met kleine, iets blauwgroene en wat hard aanvoelende blaadjes. Wanneer een dergelijk gewas onderzocht werd, was op de wortels lang niet altijd *T. basicola* waar te nemen en zeker niet in die mate dat daaruit de gevonden groeiremming te verklaren was.

Eigen proeven. Er werden proeven verricht, waarbij Lathyrus werd gekweekt in voedingsoplossingen in jampotjes (inhoud 350 cc), welke werden afgedekt met doorboorde en geparaffineerde houten deksels, zoals beschreven wordt in de dissertatie van DE JAGER (38). Alles werd voor de proef gedesinfecteerd met een 4 % formaline-oplossing. Als voedingsoplossing werd weer gebruikt VAN DE CRONE + B ['s JACOB (37)]. De gloeirest van de oplossing van VAN DE CRONE bedraagt 1,337 gram per liter. Men neemt algemeen aan, dat de keukenzoutconcentratie niet schadelijk is indien deze 1/10 van de gloeirest bedraagt. Naar aanleiding hiervan werden een viertal concentraties van het keukenzout gekozen, namelijk: 0,13 gram per liter, wat nog toelaatbaar zou zijn evenals 0,065 gram per liter, terwijl 0,26 en 0,52 gram per liter de toelaatbare grens overschrijden. Elke serie omvat drie potten; in elke pot zijn vijf

Lathyruskiemplantjes var. Snowstorm geplant. De voedingsoplossingen werden regelmatig aangevuld, ververst en op constante zuurgraad gehouden. Aan het eind van de proef (na 1½ maand) was het resultaat als in tabel 6 is aangegeven.

TABEL 6. Invloed van NaCl op Lathyrus var. Snowstorm.
Table 6. Influence of NaCl on Lathyrus var. Snowstorm.

serie *series*	van de Crone + ...	aantal uitvallers *number of plants lost*	gemiddelde lengte van de stengel in cm *average length of stem in cm*	gemiddelde lengte van de wortel in cm *average length of root in cm*
I	controle (*control*)	4	70	37
II	0,065 gr/l NaCl	6	70	34
III	0,13 gr/l NaCl	11	62	29
IV	0,26 gr/l NaCl	8	57	35
V	0,52 gr/l NaCl	14	50	32

Het aantal uitvallers in serie V is zeer groot, terwijl in serie I en II dit aantal veel geringer is. De lengte van de stengel en de wortel geven geen juist beeld van de invloed welke het keukenzout uitoefent. Deze invloed komt veel beter tot uiting in foto 4, waarin duidelijk wordt weergegeven dat het hele wortelstelsel sterk achteruit gaat, indien NaCl aan de voedingsoplossing is toegevoegd. Eveneens komt tot uiting dat bij toenemende hoeveelheid NaCl de stengels schaarser bebladerd zijn, terwijl de blaadjes tevens kleiner zijn. Ze voelen harder aan en zijn meer blauwgroen van kleur. Tijdens de proef werden in de voedingsoplossingen met NaCl de blaadjes eerder geel dan in de contrôle, terwijl ze daarna ook sneller afvielen afhankelijk van de zoutconcentratie. Bovendien blijkt uit de foto dat zelfs de kleinste hoeveelheid keukenzout welke in deze proef werd gebruikt al schadelijk is.

Het was ook noodzakelijk om na te gaan of het keukenzout de aantasting van de Lathyrus door *T. basicola* beïnvloedt. De volgende proeven geven hierover een nader inzicht.

1. *Watercultures.* De proefopzet was dezelfde als die welke op blz. 37 is beschreven, met dien verstande dat nu de var. Sunray werd gebruikt en slechts één concentratie keukenzout, namelijk 0,26 gram per liter. Geïnfecteerd werd door van drie volgroeide Petrischalen de sporen in steriel water te suspenderen en te vermengen met de voedingsoplossing. De resultaten zien wij in bijgaande tabel 7.

TABEL 7. Invloed van NaCl in een voedingsoplossing op de *Thielaviopsis*-aantasting van Lathyrus, var. Sunray.
Table 7. Influence of NaCl in a culture solution on the infection of Lathyrus var. Sunray with T. basicola.

serie *series*	voedingsoplossing *culture solution*	gemidnelde lengte van de stengel *average length of stem in cm*
I	v.d. Crone + B	62
II	v.d. Crone + B + NaCl	48
III	v.d. Crone + B + Thielaviopsis	50
IV	v.d. Crone + B + NaCl + Thielaviopsis .	51

Uit een vergelijking van serie I en II blijkt overduidelijk de invloed van het NaCl. Vergelijken wij serie I en III dan volgt hieruit weer de sterke reductie welke de lengte van de hoofdstengel onder invloed van de *Thielaviopsis*-aantasting ondergaat. Wanneer aan de Lathyrus, welke aan de invloed van *T. basicola* was blootgesteld ook nog NaCl werd toegevoegd (serie IV), dan blijkt dat er geen verschil is met serie III.

2. *Potproeven*. Om de bezwaren, welke er toch altijd aan proeven met watercultures kleven, te ondervangen, werd ook een proef gedaan waarbij aan de grond keukenzout werd toegevoegd. Een van de bezwaren welke zich het sterkste deden gelden, was het ontbreken van humus bestanddelen in de voedingsoplossingen. De schadelijke grens van de totale zoutconcentratie en dus ook van het keukenzout wordt sterk beïnvloed door het humusgehalte dat in de grond aanwezig is [SCHMITT (81)].

Hoewel de concentratie niet direct met die van de vorige proef te vergelijken is, werd in deze proef ook 0,26 gram NaCl per zelfde volume-eenheid toegevoegd, namelijk aan 1 dm^3 grond. Per serie werden 2 potten gebruikt, elk met 5 Lathyrusplanten, var. Sunray. De potgrond infecteerden wij door van 6 volgroeide Erlenmeyers de mycelium-matten van *T. basicola* door de aarde te mengen. De resultaten vindt men in tabel 8.

TABEL 8. Invloed van NaCl in de grond op de *Thielaviopsis*-aantasting van Lathyrus var. Sunray.

Table 8. Influence of NaCl in the soil on the infection of Lathyrus var. Sunray with T. basicola.

serie *series*	behandeling van de potgrond *treatment of the soil*	gemiddelde lengte van de stengel *average length of stem*	gemiddelde lengte van de wortel *average length of root in cm*
I	nieuwe grond (*fresh soil*)	72	19
II	„ „ + NaCl (0,26)	60	13,6
III	„ „ kunstmatig geïnfecteerd *artificially infected*	48	11,6
IV	„ „ + NaCl en kunstmatig geïnfecteerd *+ NaCl and artificially infected*	48	10,5

De resultaten van deze proef komen vrijwel geheel overeen met die onder 1 genoemd.

Conclusie. De proefresultaten in V sub D verkregen, bevestigen de praktijkervaring dat Lathyrus zeer gevoelig is voor keukenzout (Tuinbouwgids 1947, blz. 234 en 235). Ze geven bovendien een aanwijzing dat toevoeging van NaCl door begieten met water van een hoog zoutgehalte geen sterkere aantasting door *T. basicola* zal veroorzaken.

E. INVLOED VAN ACHTERBLIJVENDE WORTELS

Het is een opvallend feit, dat aan het eind van de cultuur niet alleen op de wortels van het slecht of minder goed ontwikkelde Lathyrusgewas *T. basicola* voorkomt, maar ook bijna altijd op de wortels van een goed en stevig gewas, geteeld op nieuwe grond. De infectie is dan waarschijnlijk in een laat stadium opgetreden, waardoor de aantasting van de wortels zeer oppervlakkig is. Wan-

neer nu na de bloei de kwekers het Lathyrusgewas opruimen, dan gebeurt dat door de planten eenvoudig op te trekken. Dat bij deze bewerking een groot deel van de wortels in de grond achterblijft en als nieuwe infectiebron voor een volgend gewas kan dienen, is duidelijk. *T. basicola* blijft na het opruimen onder saprophytische omstandigheden in de grond over en kan zich – afhankelijk van de uitwendige omstandigheden – vermeerderen. De rol welke de achtergebleven wortels hierbij spelen, wordt gewoonlijk sterk onderschat; uit een eenvoudig proefje blijkt welke invloed deze achtergebleven wortels hebben.

Proef

Lathyrus-planten werden gekweekt in lampeglazen, gevuld met aarde. Deze lampeglazen waren scheef geplaatst, zodat de wortels gedwongen werden langs de glaswand te groeien. Elke serie omvatte 10 lampeglazen; per glas werd een voorgekiemd zaadje van de var. Snowstorm gezaaid. Er waren 4 series:

Serie I: zieke grond;
,, II: nieuwe grond;
,, III: nieuwe grond, waarin fijngehakte gezonde Lathyrusworteltjes;
,, IV: nieuwe grond, waarin fijngehakte Lathyrusworteltjes waarop *T. basicola* vrij veel voorkwam.

Deze series werden geplaatst bij een temperatuur van ± 22 °C. Na 10 dagen was nog geen aantasting waar te nemen. In alle lampeglazen ontwikkelden de kiemplantjes zich goed. Na 21 dagen zag men in serie I, zieke grond, duidelijk aangetaste plaatsen op het wortelstelsel, zij het nog niet in groot aantal. Ook in serie IV deed zich een begin van aantasting voor. In serie II en III was nog geen aantasting te zien.

Na 1½ maand werd de proef opgeheven; het resultaat was als volgt:

Serie I: wortelstelsel was matig ontwikkeld en sterk aangetast;
,, II: wortelstelsel was goed ontwikkeld en niet aangetast;
,, III: wortelstelsel was matig ontwikkeld en in dezelfde mate aangetast als in serie I;
,, IV: wortelstelsel was matig ontwikkeld en aangetast als in serie I.

Het valt op, dat in serie III de planten ook sterk zijn aangetast. Dit is alleen te verklaren als we aannemen dat een sterke vermeerdering van *T. basicola* welke in de nieuwe grond voorkwam, op de dode fijngehakte worteltjes onder saprophytische omstandigheden heeft plaats gevonden. Na 3 weken is deze vermeerdering nog niet groot genoeg om aantasting te bewerkstelligen; aan het eind van de proef (na 6 weken) is deze vermeerdering van dien aard dat de plantjes wel sterk zijn geïnfecteerd.

Uit bovenstaande proef wordt verklaarbaar waarom het terugkomen met Lathyrus op eenzelfde grond een sterke aantasting door *T. basicola* ten gevolge heeft. Ook wanneer het eerste gewas niet of weinig is aangetast, zullen de in de grond achtergebleven worteltjes de besmetting van deze grond sterk hebben doen toenemen.

Wanneer GILBERT (28) constateert dat daar de planten het sterkst door *T. basicola* worden aangetast waar veel humus in de grond voorkomt, kan dit eveneens worden teruggevoerd op de sterke saprophytische vermeerdering van *T. basicola*.

Conclusie. Het voorgaande geeft aanleiding om de kwekers te adviseren de wortels van een Lathyrusgewas zo goed mogelijk te verwijderen, en dit ook te doen indien het wortelstelsel aan het eind van de cultuur gezond lijkt.

F. VOORTEELT

Aangezien *T. basicola* op een zeer groot aantal waardplanten kan voorkomen, was het van belang de invloed van de voorteelt op het optreden van het Thielaviopsis-wortelrot van Lathyrus te onderzoeken. We hebben onze gegevens hierover ontleend aan de ervaringen van de kwekers en aan eigen waarnemingen bij de kwekers verricht. De volgende gewassen, gerangschikt naar het aantal keren dat ze werden aangetroffen, werden meestal als voorgewas geteeld: chrysanthen, bonen, tulpen, tomaat, rozen, anjers, sla, viool en bloemkool. Onder deze voorgewassen zijn er, welke eveneens door *T. basicola* kunnen worden aangetast. Deze vormen dus een mogelijke bron van infectie voor het Lathyrusgewas; het zijn: bonen, tomaat en viool. In het algemeen werden geen aanwijzingen gevonden dat Lathyrus na een bepaald voorgewas een opvallend slechte opbrengst gaf. Een uitzondering moet worden gemaakt voor bonen als voorgewas. Eigen waarnemingen in de practijk gedaan, zowel als het resultaat van een proef, bevestigden deze kwekerservaring. Ofschoon bij andere voorgewassen dus geen minder goede resultaten zijn waargenomen, mag toch niet worden aangenomen dat de keuze van een voorgewas geen invloed zal hebben op het opvolgend Lathyrusgewas. Men zal, gezien het zeer grote aantal waardplanten van *T. basicola* bij de cultuur van Lathyrus ermee rekening moeten houden, dat het voorgewas invloed heeft op de groei.

HOOFDSTUK VI

OPBRENGSTVERMINDERING BIJ DE CULTUUR VAN LATHYRUS

A. DOOR HERHAALD KWEKEN OP DEZELFDE GROND

Het is een algemene practijkervaring dat herhaalde cultuur van Lathyrus op dezelfde grond tot achteruitgang van het gewas aanleiding geeft, maar er zijn noch uit de practijk, noch uit de literatuur gegevens bekend, welke aangeven hoe groot deze opbrengstvermindering is. Ook voor andere gewassen is hierover niets bekend. Alleen BERKNER (7) vermeldt dat bij herhaald kweken van *Lupinus luteus* op dezelfde grond het gewas de vierde keer volkomen mislukt.

Het was dus van belang proeven te verrichten, waarbij een nader inzicht werd verkregen in de opbrengstcijfers indien de Lathyrus één of meer jaren achter elkaar op dezelfde grond werd geteeld.

Aangezien onze proeven te omvangrijk waren voor de in Baarn beschikbare kasruimte, werden de proeven met buitenlathyrus verricht. Dit kon zonder bezwaar geschieden, daar noch uit het onderzoek noch uit de waarnemingen in de practijk gedaan, gebleken was dat de buitenlathyrus, wat het gedrag ten opzichte van de aantasting door *T. basicola* betreft, afweek van de kaslathyrus.

Aan deze proefopzet, buiten in de volle grond, was nog het volgende voordeel verbonden. De kwekers van de kaslathyrus meenden dat door het openzetten van de kas (warenhuis), waardoor de weersomstandigheden ten volle op de grond konden inwerken, de „bodemmoeheid" bestreden wordt. Indien we dus onze proeven buiten uitvoerden en het desondanks bleek dat bij herhaalde cultuur op dezelfde grond de ziekte optrad, dan zou daaruit tevens blijken dat openzetten van de kas teneinde de „bodemmoeheid" tegen te gaan, weinig zin heeft.

De proeven zijn als volgt uitgevoerd. Op een terrein in het Cantonspark te Baarn [1]), waarvan bekend was dat er de laatste 10 jaar geen Lathyrus op had gestaan, werden in 1946 de volgende variëteiten geplant: Gigantic (wit); Ambition (rose-lavendel); Welcome (helderrood) en King Lavender (lavendel). In 1947 werden deze variëteiten weer op dezelfde plaats geplant en bovendien nog op nieuwe grond. Ten slotte plantten we in 1948 deze vier variëteiten voor de derde maal op de plaats waar ze reeds in 1946 en 1947 hadden gestaan en voor de tweede maal op de plaats waar ze in 1947 voor het eerst stonden. Bovendien werden in dit jaar deze variëteiten weer op nieuwe grond gezet. De grond was in 1946 goed diep gespit en voorzien van oude stalmest. Na de teelt bleef de grond liggen totdat het volgende Lathyrusgewas moest worden geplant. In 1947 en 1948 werd de grond zorgvuldig op de rijen los gewerkt en daarna met stal-

[1]) Het is hier zeker de plaats om aan de Hortulanus de Heer H. MUYSER en het personeel van Cantonspark mijn bijzondere dank over te brengen voor de prettige wijze waarop zij hebben meegeholpen om de proeven op de gewenste wijze uit te voeren.

mest gemengd. De rijen waren N–Z gericht en ongeveer 75 cm van elkaar verwijderd. In het midden van de rij was ongeveer 2 m hoog kippengaas aangebracht. Aan weerszijden daarvan werd op de gebruikelijke plantafstand de Lathyrus gezet zo, dat ten slotte op elke rij ongeveer 60 planten stonden.

De volgende waarnemingen werden verricht: 1. het vaststellen van het aantal geoogste bloemstelen dat het gewas opleverde; 2. het meten van de lengte van deze bloemstelen; 3. het tellen van het aantal bloemen per steel (hierin ook begrepen de nog niet volledig ontwikkelde bloemen op het tijdstip van de oogst); 4. het meten van de totale lengte van hoofd- en zij-assen van het bovengrondse gewas na afloop van de cultuur; 5. een onderzoek aan het eind van de proef van de wortelstelsels onder zwakke vergroting op aanwezigheid van *T. basicola*. De waarnemingen 1, 2 en 3 werden bijna dagelijks gedurende de gehele bloeiperiode verricht. Dit zijn tevens de factoren, welke voor de kwekers van het meeste belang zijn. De gegevens zijn samengevat in tabel 9.

TABEL 9. Invloed van herhaalde cultuur op aantal, gemiddelde lengte en som der lengten van de bloemstelen en op de gemiddelde totale lengte van de plant in 1948.

Table 9. Influence of repeated culture on number, average length and sum of actual lengths of all flowerstalks, and on the total length of the plant in 1948.

grond waarop Lathyrus geteeld wordt voor de: *soil on which Lathyrus is grown for the:*	Gigantic	Ambition	Welcome	King Lavender
	A. Aantal bloemstelen gedurende de gehele bloeiperiode per 60 planten *Number of flowerstalks of 60 plants during the whole floweringperiod*			
1e ×	1568	1474	1852	1302
2e ×	883	1338	1109	1114
3e ×	885	1521	751	775
	B. Gemiddelde lengte van de bloemsteel in cm *Average length of the flowerstalk in cm*			
1e ×	15,3	19,0	17,8	15,2
2e ×	17,3	16,8	16,3	14,7
3e ×	14,7	17,9	17,4	17,0
	C. Som der lengten van alle bloemstelen in cm *Sum of actual lengths of all flowerstalks*			
1e ×	23987	27894	32955	19764
2e ×	15308	22479	18004	16372
3e ×	13004	27219	13061	13175
	D. Gem. totale lengte van de plant in cm (met inbegrip van de zijstengels) *Average length of the plant in cm (including laterals)*			
1e ×	400	786	562	294
2e ×	207	789	388	253
3e ×	183	703	270	265

1e × Dit is grond (nieuwe grond) waarop voor de 1e × Lathyrus wordt geteeld.
Meaning soil on which Lathyrus is grown for the 1st time.

2e × Dit is grond waarop in het voorafgaande jaar alreeds Lathyrus is geteeld.
Meaning soil on which Lathyrus has been grown already in the year before.

3e × Dit is grond waarop in de beide voorafgaande jaren alreeds Lathyrus is geteeld.
Meaning soil on which Lathyrus has been grown already in the two previous years.

Uit de gegevens van de tabel blijkt, dat er een duidelijke achteruitgang in aantal bloemstelen is te constateren bij drie van de vier variëteiten indien het gewas voor de tweede of derde maal op dezelfde plaats wordt geteeld. Deze achteruitgang kan, zoals bij Welcome, zelfs meer dan 50% bedragen. Ambition maakt hierop een uitzondering aangezien de grootste opbrengst aan bloemstelen juist valt op grond, welke voor het derde jaar wordt beteeld. Wordt over de gehele bloeiperiode, de gemiddelde lengte van de bloemstelen berekend, dan blijkt dat deze niet altijd minder wordt bij herhaalde cultuur op dezelfde grond. Het beste criterium voor de invloed van de herhaalde cultuur op de groei is misschien de som van de lengten van alle geoogste bloemstelen. Het Thielaviopsis-wortelrot zal immers zijn invloed op het aantal bloemstelen zowel als op de lengte daarvan uitoefenen. Bezien we tabel 9 sub *C* dan blijkt nu dat de achteruitgang van het gewas, niet alleen bij Welcome en King Lavender (tabel 9 sub *A*) maar ook bij Gigantic, regelmatig toeneemt indien het langer achtereen op dezelfde grond wordt geteeld.

De gegevens in tabel 9 sub *A* en *C* komen geheel overeen met die van tabel 3. Uit laatst genoemde tabel blijkt eveneens dat het ziektepercentage van de grond geen duidelijke invloed op de lengte van de bloemstelen heeft, wel echter op het aantal.

Bovendien zou men verwachten dat ook het aantal bloemen per steel de invloed van de herhaalde cultuur ondervond. De waarnemingen over deze laatste factor waren echter zodanig, dat ze geen aanleiding gaven tot verdere verwerking. Er kon geen wezenlijk verschil worden geconstateerd tussen het aantal bloemen per steel indien het gewas meer jaren achtereen op precies dezelfde plaats stond; ze zijn dus niet in de tabel opgenomen.

De invloed van het Thielaviopsis-wortelrot uitte zich ook op de totale lengte van het gewas, waarvan eveneens in tabel 9 sub *D* de gegevens zijn te vinden. De invloed is zeer duidelijk bij Gigantic en Welcome, slechts zeer gering bij Ambition en King Lavender.

De wortelstelsels van deze vier variëteiten gaven aan het eind van de cultuurperiode het volgende beeld te zien. De planten van Gigantic en van Welcome geteeld op nieuwe grond, hadden een bijna blank wortelstelsel. Indien was geteeld op grond welke reeds voor het tweede, respectievelijk het derde jaar werd gebruikt, waren de wortels in toenemende mate bruin gekleurd. Microscopisch onderzoek bevestigde de aantasting door *T. basicola*. De wortels van Ambition waren op nieuwe grond eveneens blank, doch op de oude grond in beide gevallen slechts zwak bruin gekleurd. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn, dat bij Ambition een zekere resistentie ten opzichte van aantasting door *T. basicola* aanwezig is. Nader onderzoek zou dit nog moeten bevestigen. Tenslotte waren de wortels van King Lavender zelfs op nieuwe grond iets bruin, terwijl ze op grond, welke twee, respectievelijk drie jaar in cultuur was, bruin en vrij sterk bruin waren. Er is dus een goede overeenstemming tussen achteruitgang van het gewas, als aangegeven in tabel 9*A*, *C* en *D* en de aantasting van de wortels door *T. basicola*.

Er is voorts nog onderzocht welke invloed het Thielaviopsis-wortelrot heeft op de som van de lengten van alle bloemstelen gedurende verschillende perioden van de bloei. De bloei strekte zich van 14 Juni tot 11 September 1948 uit en is in vier perioden verdeeld. Voor elk van deze perioden is de som van de lengte

van de in die periode gegroeide bloemstelen bepaald. De resultaten zijn in tabel 10 weergegeven.

TABEL 10. Invloed van het Thielaviopsis-wortelrot op de som van de bloemsteel-lengten in vier opeenvolgende bloeiperioden in 1948.

Table 10. Influence of the Thielaviopsis-rootrot on the sum of actual lengths of all flowerstalks in four flowering-periods in 1948.

Lathyrus-variëteit *Lathyrus variety*	grond waarop voor de ... × geteeld wordt *soil on which Lathyrus is grown for the ... time*	1e periode (*first period*) 14/6–10/7		2e periode (*second period*) 10/7–5/8		3e periode (*third period*) 5/8–30/8		4e periode (*fourth period*) 30/8–11/9	
		totale lengte *total length* in cm	% achteruitgang bij herhaalde cultuur *% decrease with repeated culture*	totale lengte *total length* in cm	% achteruitgang bij herhaalde cultuur *% decrease with repeated culture*	totale lengte *total length* in cm	% achteruitgang bij herhaalde cultuur *% decrease with repeated culture*	totale lengte *total length* in cm	% achteruitgang bij herhaalde cultuur *% decrease with repeated culture*
Gigantic	1e ×	2217		11483		6897		3390	
,,	2e ×	3800	–71,4[1])	9282	**19,2**	1824	**73,6**	402	**88,1**
,,	3e ×	2784	–25,5[2])	6900	39,9	2407	65,1	913	73,1
Ambition	1e ×			11000		12045		4849	
,,	2e ×	25		9911	**10,0**	9174	**23,8**	3369	**30,5**
,,	3e ×	19		10239	7,0	10450	13,2	6449	–33,0
Welcome	1e ×	644		20553		8682		3076	
,,	2e ×	588	**8,7**	11861	**42,3**	4303	**50,4**	1252	**59,3**
,,	3e ×	450	30,1	10140	50,7	2176	74,9	295	90,4
King Lavender	1e ×	–		10323		6456		2985	
,,	2e ×	132		9540	**7,6**	5130	**20,5**	1570	**47,4**
,,	3e ×	–		6457	37,4	4536	30,0	2175	27,0

[1]) de vet gedrukte getallen geven het % achteruitgang aan indien voor de 2e × op dezelfde grond gekweekt wordt.
the numbers in bold type indicate the % decrease in case the Lathyrus is grown for the 2nd time on the same soil.

[2]) %achteruitgang indien voor de 3e × op dezelfde grond gekweekt wordt.
%decrease in case the Lathyrus is grown for the 3rd time on the same soil.

Uit deze tabel blijkt in het algemeen dat het gewas, dat voor de 2e of 3e maal op dezelfde grond is gekweekt, des te meer in totale lengte van de bloemstelen achterblijft ten opzichte van het op nieuwe grond geteelde, naarmate de bloei verder is gevorderd. Zo is bij Gigantic in de 2e periode dit verschil 19,2% resp. 39,9 %. Dit neemt toe tot 73,6 % in de 3e periode en tot 88,1 % in de 4e periode, resp. tot 65,1 % en 73,1 %. Behalve bij Gigantic valt dit ook duidelijk bij Welcome te constateren. Bij Ambition en King Lavender valt het minder op.

Uit het bovenstaande blijkt wel dat de aantasting van de wortels door *T. basicola* gedurende de cultuur toeneemt, waarmee een achteruitgang in de som van de bloemsteel-lengte parallel gaat.

Ook in de jaren 1946 en 1947 zijn dezelfde waarnemingen verricht als in 1948. In 1947 was dus ter beschikking nieuwe grond en grond welke voor de tweede maal werd beteeld. Ook nu was een zeer duidelijke achteruitgang in het aantal bloemstelen te constateren. Voor de reeds eerder genoemde variëteiten was het aantal bloemstelen per 30 planten als volgt: Gigantic 1187 (nieuwe

grond) en 918 (oude grond); Ambition respectievelijk 702 en 510; Welcome 1037 en 750 en voor King Lavender 1009 en 557.

De algemene conclusie, welke uit de twee bovengenoemde tabellen en de gegevens van het jaar 1947 volgt, luidt:

Herhaalde cultuur op dezelfde grond doet het gewas sterk achteruit gaan. Het aantal bloemstelen kan zelfs met ruim 43% verminderen indien men voor de 2e keer terugkomt (Gigantic) en met bijna 60% indien men voor de 3e maal terugkomt (Welcome).

Bovendien wordt (zie tabel 10) de invloed van *T. basicola* sterker naarmate de bloeiperiode vordert.

B. DOOR HET VERWIJDEREN VAN DE RANKEN

Met de onder VI sub A beschreven proeven voor het jaar 1946 en 1947 kon gelijktijdig een onderzoek naar het effect van het verwijderen van de ranken op de bloemopbrengst worden gecombineerd.

Herhaaldelijk komt men in de practijk kwekers tegen, die regelmatig, soms dagelijks, de ranken uit het groeiend Lathyrus-gewas verwijderen (knijpen). Daar de Lathyrus toch langs verticale draden omhoog wordt geleid, heeft dit verwijderen van de ranken geen invloed op het gewas. De kwekers passen deze werkwijze toe, omdat daardoor de opbrengst aan bloemstelen groter zou zijn. Bovendien wordt dan voorkomen dat ranken zich aan een bloemsteel vasthechten, waardoor deze krom groeit.

Aangezien dit regelmatig uitknijpen van de ranken in een kas met Lathyrus toch nog wel enige tijd en dus arbeidsloon vergt, was het wel van belang om na te gaan of deze hogere kosten zouden opwegen tegen de eventueel hogere opbrengst van het gewas.

In 1946 werden de volgende negen variëteiten op nieuwe grond geteeld. De reeds op blz. 42 genoemde variëteiten Gigantic, Ambition, Welcome en King Lavender, benevens Capri (lichtblauw); Red Boy (karmijnrood); Patricia Unwin (zalm-rose); Powerscourt (lila-lavendel) en Pinkie (rose). Van de helft van de 60 planten, welke in een rij stonden, werden bijna dagelijks de ranken verwijderd. Hiermee werd een aanvang gemaakt toen de planten ongeveer 30 cm lang waren. De gegevens, over het aantal bloemstelen zijn samengevat in tabel 11.

Hieruit blijkt, dat in 1946 door het verwijderen van de ranken de opbrengst bij zeven van de negen variëteiten aanzienlijk daalde. Slechts bij Red Boy en Ambition was de opbrengst bij de planten zonder ranken hoger dan bij de normale planten.

In 1947 was de opbrengst over het algemeen eveneens groter bij die planten, waar de ranken niet waren verwijderd. Uitzonderingen waren nu op nieuwe grond Gigantic en Ambition, hoewel hier de verschillen tussen de opbrengsten van de planten met en zonder ranken uiterst klein waren. Van de variëteiten, welke voor het tweede jaar op dezelfde grond waren geteeld, maakte eveneens Ambition maar ook Pinkie een uitzondering. Het blijkt dat de verliespercentages over het algemeen vrij groot tot zelfs zeer groot zijn.

Waarop de verminderde opbrengst bij het verwijderen van de ranken berust, kon in het bestek van dit onderzoek niet nader worden nagegaan. De planten

welke van de ranken waren ontdaan, groeiden in alle opzichten normaal uit en vertoonden geen afwijkingen ten opzichte van de onbehandelde planten.

TABEL 11. Invloed van het verwijderen van de ranken op het aantal bloemstelen per 30 planten.
Table 11. Influence of the removing of the tendrils on the number of flowerstalks of 30 plants.

variëteit *variety*	1946 op nieuwe grond *cultured for the first time on new soil*			1947 op nieuwe grond *cultured for the first time on new soil*			1947 voor de tweede maal op dezelfde grond *cultured for the second time on the same place*		
	ranken (*tendrils*) +	ranken (*tendrils*) —	verlies *loss* %	ranken (*tendrils*) +	ranken (*tendrils*) —	verlies *loss* %	ranken (*tendrils*) +	ranken (*tendrils*) —	verlies *loss* %
Capri	738 [1])	666 [1])	9,8				651 [1])	450 [1])	30,9
Red Boy	600	813	-35,5				729	480	34,2
Patricia Unwin . . .	1003	463	63,8				561	545	2,9
Powerscourt	786	547	30,4				560	367	34,5
Pinkie	1140	990	13,1				706	780	-10,5
Gigantic	870	670	23,0	1187 [1])	1201 [1])	- 1,2	918	614	33,1
Ambition	698	840	-17,0	702	725	- 3,2	510	750	-32,0
Welcome	677	240	64,4	1037	666	35,8	750	438	41,9
King Lavender . . .	598	78	86,9	1009	891	11,7	557	505	9,3

[1]) = de getallen geven aan het aantal bloemstelen.
the figures indicate the number of flowerstalks.
+ = normale planten met ranken.
normal plants with tendrils.
— = planten waarvan de ranken zijn verwijderd.
plants from which the tendrils are removed.

De algemene conclusie, welke uit tabel 11 zeer duidelijk naar voren komt, is: De verwijdering van de ranken heeft bij de onderzochte variëteiten buitenlathyrus met uitzondering van Ambition een zeer ongunstige en onder bepaalde omstandigheden soms een funeste invloed op het aantal bloemstelen van het gewas.

HOOFDSTUK VII

BESTRIJDING VAN DE ZIEKTE

A. CHEMISCHE BESTRIJDING EN STOMEN

1. *Literatuur*

Zeer intensief hebben Amerikaanse onderzoekers zich bezig gehouden met de bestrijding van *T. basicola* in de tabakscultuur. Het ontsmetten met formaline of chloorpikrine is met succes toegepast, hoewel deze methoden geen algemene ingang vonden omdat hiervoor de tabaksvelden tè uitgestrekt waren [GROOSHEVOY en LEVYKH (30)].

DORAN (22) heeft getracht om een andere methode ingang te doen vinden; hij ontsmette de grond met azijnzuur, waardoor na vier weken de tabaksplanten nog volkomen gezond waren. Dit succes berust niet op een pH verlaging van de grond, omdat deze slechts van zeer korte duur is. Ondanks dit gunstige resultaat is de methode slechts sporadisch toegepast, hetgeen wel zal berusten op het structuurbederf dat als gevolg van de azijnzuur ontsmetting in zeer veel gronden kan optreden [VAN KOOT (52)].

Een pH verlaging van de vaak alkalische tabaksgronden, welke wel van blijvende aard is, bereikte DORAN door het inwerken van zwavel. Als gevolg hiervan treedt minder wortelrot op en stijgen de tabaks-opbrengsten. Voor Primula evenwel gaat deze bestrijdingswijze niet op, zoals TIDDENS (95) aantoonde.

Vaak beperken de onderzoekers zich ertoe om voor de tabak de veel minder kostbare ontsmetting van de zaaibedden met formaline of door stomen toe te passen. Men bereikt er mee, dat de planten indien ze worden geïnfecteerd, in een ouder stadium worden aangetast waardoor de schade in het algemeen geringer is. Dat dit geen bevredigende oplossing van het probleem biedt, is duidelijk. Men zoekt deze oplossing nu in het kweken van resistente tabaksrassen (zie pag. 57).

Naast bovengenoemde middelen komen kwikverbindingen ter bestrijding in aanmerking. Op kleine schaal zijn met sublimaat, Uspulun en Aretan gunstige resultaten verkregen bij Primula, Cyclamen, Veronica macrantha en Lathyrus [Verslagen Plantenziektenkundige Dienst, (98), '28, '29, '30, '33, '35]. Voor het ontsmetten van kasgrond is het, voor zover mij bekend, niet toegepast voor Lathyrus.

2. *De invloed van chemische bestrijdingsmiddelen op de groei van T. basicola*

Alvorens tot een nadere bespreking van de gebruikte ontsmettingsmiddelen over te gaan, dient nog opgemerkt te worden dat de proeven eind 1946 en begin 1947 zijn verricht. Het aantal ter beschikking staande middelen was zeer beperkt vergeleken met het aantal thans beschikbare. Enkele van de gebruikte middelen verkeerden toen nog in het proefstadium; een ander wordt sindsdien niet vermeld op de lijst van bestrijdingsmiddelen [Tuinbouwgids (96, '51)]. Mede

naar aanleiding van de overzichten van grondontsmettingsmiddelen in de Tuinbouwgids (96), door VAN KOOT (53) en door MULDER in zijn dissertatie gegeven, was de keuze gevallen op:

Formaline. Het van oudsher gebruikte grondontsmettingsmiddel, hoewel hieraan het nadeel kleeft dat het schadelijk kan werken op de plant.

Folosan DB 905, een tetrachloornitrobenzeen-preparaat met 5% werkzame stof, welke iets vluchtig is [HARTSUYKER (33)]. Dit middel werd min of meer als vervanger van Brassicol [VAN KOOT (53)] gekozen.

Cupro-oxyde (Koperoxyduul), Cu_2O, dat behalve als zaadontsmetter ook toepassing vindt als grondontsmettingsmiddel. [MULDER (69) en schriftelijke mededeling van Ir P. HUS].

Aagrano-nat en Aardisan, beide organische kwikmiddelen, welke door hun, zij het geringe, vluchtigheid het voordeel hebben niet uitsluitend plaatselijk te werken.

Aapirol, een op dat moment voor ons land zeer nieuw middel; het bevatte als werkzame stof 20% tetramethylthiuramdisulfide. In de tegenwoordige middelen komt meestal 50% actieve stof voor.

Om een aanwijzing te verkrijgen omtrent de werking van de bovengenoemde middelen op *T. basicola*, werden eerst proeven in Petrischalen verricht. Het onderzochte bestrijdingsmiddel werd opgelost, respectievelijk gesuspendeerd, in een zodanige hoeveelheid water dat aan 99 cc voedingsbodem (aardappel-glucose-agar) slechts 1 cc moest worden toegevoegd om de gewenste concentratie (conc. 1) te verkrijgen. Deze concentratie kwam overeen met die, welke in de praktijk wordt toegepast. Tevens werd de uitwerking van 0,1 respectievelijk 0,01 van de genoemde concentratie onderzocht, omdat men in de grond met uitspoelen van het middel rekening moet houden [zie ZENTMYER en KENDRICK (105)].

Het blijkt dat in de series behandeld met formaline respectievelijk met Aardisan geen groei van *T. basicola* heeft plaats gevonden, evenmin als bij Aapirol in de concentratie 1. Het cupro-oxyde werkte in de gebruikte concentratie zwak remmend. Aagrano-nat en Folosan DB 905 remden slechts in zeer geringe mate de groei van de schimmel.

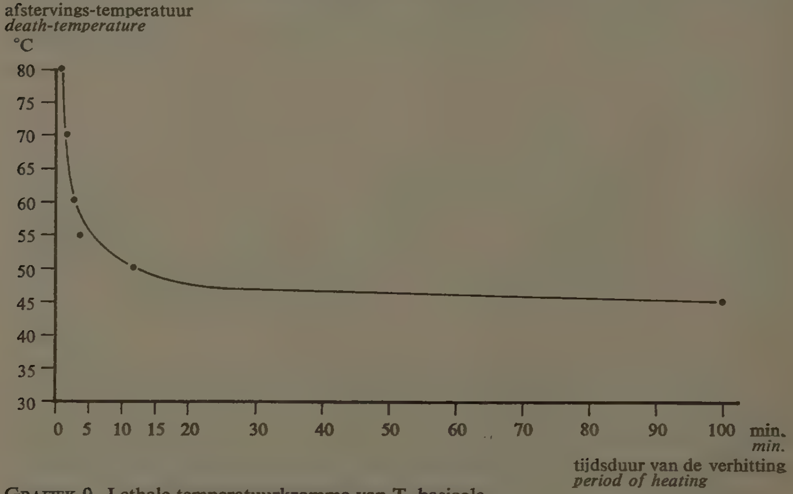
3. *De bepaling van de lethale temperatuur van T. basicola*

Een methode welke in de bloementeelt vaak wordt toegepast om de in de grond overblijvende organismen te doden, is het stomen. Ook bij de Lathyruscultuur maakt men hiervan gebruik. Toch zijn de resultaten niet altijd gunstig. Mogelijk was dan de temperatuur tijdens het stomen niet hoog genoeg opgevoerd of had deze te kort ingewerkt. In dit verband zijn proeven verricht, waarbij *T. basicola* aan een aantal verschillende temperaturen werd blootgesteld. Het was daarbij van belang om te weten welke temperatuur reeds na een korte inwerkingstijd de schimmel tot volledige afsterving kon brengen. We konden dus met de volgende inrichting van de proeven volstaan:

T. basicola werd voortgekweekt in Erlenmeyers van 300 cc gevuld met 100 cc aardappel-glucose-water. Deze Erlenmeyers waren in een schudmachine geplaatst, waardoor werd bereikt dat de schimmelgroei gelijkmatig door de hele vloeistof plaats vond. Indien men de kolven rustig zou laten staan, zou zich alleen bovenop de vloeistof een stevige mycelium-mat ontwikkelen, welke voor het maken van de sporensuspensies onbruikbaar zou zijn. Uitgaande van de

schudcultures werd in steriel water een sporensuspensie gemaakt, waarvan in een aantal reageerbuizen 10 cc per buis werd gebracht. De sporensuspensie bevatte zowel chlamydosporen als endoconidiën en mycelium. De reageerbuizen, afgesloten met een wattenprop, kwamen in een electrisch geregeld waterbad te hangen, zodanig dat ze zover mogelijk waren ondergedompeld. De series werden steeds in drie-voud uitgevoerd. De vereiste temperatuur, welke in onze proeven maximaal 2 °C varieerde, kon automatisch worden ingesteld. Na de proef werden de buizen zo snel mogelijk in stromend water afgekoeld. Uit de verhitte buizen en uit de 3 contrôle-buizen werd per buis 3 maal 1 cc sporensuspensie gepipetteerd in schalen aardappel-glucose-agar, zodanig dat elke schaal 1 cc suspensie kreeg. De schalen werden geplaatst bij ± 24 °C. Regelmatig werd gecontroleerd of de Petrischalen nog levensvatbare *Thielaviopsis*-kiemen bevatten.

De volgende temperaturen zijn in de proef getoetst: 40 °; 45 °; 50 °; 55 °; 60 °; 70 ° en 80 °C. Uit oriënterende proeven werden aanwijzingen verkregen waaruit bleek, dat voor de temperatuur van 50 ° en hoger de tijdsintervallen niet groter dan 1 minuut mochten zijn. In de bijgaande grafiek 9 zijn de temperatuur en de tijdsduur van de verhitting, waarbij de schimmel voor 100% werd gedood, tegen elkaar uitgezet. Men ziet hieruit duidelijk dat de tijdsduur van de verhitting sterk afhankelijk is van de temperatuur. Wordt bij 45 °C na 100 minuten nog wel een algehele doding van *T. basicola* verkregen; bij verlaging van de temperatuur tot 40 °C bleek de schimmel na 190 minuten nog goed kiemkrachtig te zijn. Gezien het verloop van de lijn, welke de afstervingstemperatuur aangeeft, zou bij 40 °C nog aanzienlijk langer moeten worden verhit om volledige afsterving te krijgen. Temperaturen van 40 °C en 45 °C hebben dus voor het steriliseren van de grond geen waarde. Pas wanneer de temperatuur 55 °C of hoger is, is de tijdsduur waarna volledige doding wordt verkregen zo kort geworden,



GRAFIEK 9. Lethale temperatuurkromme van T. basicola.
Graph 9. Lethal temperature-curve of T. basicola.

dat daarmee in de practijk kan worden gewerkt. Vergelijken we deze gegevens met die welke door GROOSHEVOY, LEVYKH en MALBIEVA (31) en GROOSHEVOY (30) gevonden zijn, dan blijkt het dat de waarnemingen zeer ver uiteenliggen. De genoemde auteurs moeten zeer veel langer verwarmen eer de schimmel volledig gedood is. Vergelijken we deze temperatuur van *T. basicola* met die welke VAN KOOT en WIERTZ (54) vonden voor de *Fusarium*-species, welke de verwelking van komkommer en meloen veroorzaken, dan blijkt het dat de overeenkomstige afstervingstemperatuur bij ongeveer 75 °C ligt. Daarentegen blijkt dat voor de stam van *Verticillium Dahliae* KLEB afkomstig van tomaat deze temperatuur evenals bij *T. basicola* bij ± 55 °C ligt.

VAN KOOT en WIERTZ (54) toonden aan, dat het geen verschil maakt of men de lethale temperatuur bepaalt van sporen welke zich in een waterig milieu bevinden, dan wel in de grond.

Merkwaardig is nu, dat stomen van de grond niet altijd gunstige resultaten afwerpt, hetgeen men toch zou verwachten gezien de lage afstervingstemperatuur van *T. basicola*. De temperatuur welke men bij het grondstomen toepast, ligt immers aanzienlijk hoger. Voor een deel zijn de ongunstige resultaten misschien te verklaren door de slechte structuur van de grond, waardoor de gewenste temperatuur niet overal kan doordringen. Voor een ander deel moet de hoge grondwaterstand als oorzaak van de minder gunstige resultaten worden aangezien. De grond is dan niet tot op voldoende diepte ontsmet, zodat vanuit de ondergrond de infectie kan binnendringen en zich mogelijk in de ontsmette grond veel sneller uitbreidt dan in de niet-ontsmette.

Wanneer de grond alleen op de rij wordt gestoomd, zal de kans op een ongunstig resultaat zeer veel groter zijn.

Ten slotte zal vooral als de kiemplanten in gestoomde grond worden uitgeplant, gelet moeten worden op infectie-vrij plantmateriaal.

4. *Proeven in potten en in de kas*

Potproeven te Aalsmeer. Zodra wij met de op blz. 49 genoemde middelen *T. basicola* in de grond willen bestrijden, krijgen wij te maken met een aantal factoren, welke moeilijk te controleren zijn. Zo kan het middel worden geadsorbeerd, het kan worden uitgespoeld of het kan worden ontleed, waardoor het in geheel andere verhoudingen werkzaam is, dan waarin het oorspronkelijk is toegediend. Dit alles is bovendien in hoge mate afhankelijk van de grondsoort, zodat het vergelijken van de resultaten, op de verschillende grondsoorten verkregen, op vele moeilijkheden stuit. Van groot belang is voorts dat de bestrijdingsmiddelen geen phytocide werking uitoefenen.

De opzet van de pottenproef was als volgt [zie ook BOK (8) 1947]:

Voor elke proefserie werden 10 potten elk met 5 Lathyrus-plantjes, var. Snowstorm, gebruikt, zodat de gegeven waarnemingen 50 planten omvatten, behalve daar waar een kiemplant uitviel.

De volgende series werden ingezet:

Serie 1: Nieuwe grond.
Serie 2: Zieke grond.
Serie 3: Zieke grond behandeld met stoom.
Serie 4: Idem, behandeld met formaline 5% op basis van 10 liter per m²
(Vleutens Proeftuin Verslag 1939).

Serie 5: Idem, behandeld met Folosan DB 905 op basis van 600 gram per m^3. Het poeder werd goed met de aarde vermengd.
Serie 6: Idem, behandeld met Cu_2O. Vaak past men een hoeveelheid van 7,5 liter 0,3% Cu_2O per m^2 grond toe, waarbij dan wordt aangenomen, dat het middel 10 cm dieptewerking heeft.
Serie 7: Idem, behandeld met Aagrano-nat. Volgens opgave werd 1000 cc grond behandeld met 200 cc van een 0,5% Aagrano oplossing.
Serie 8: Idem, behandeld met Aardisan, geheel volgens serie 7.
Serie 9: Idem, behandeld met Aapirol. Volgens het voorschrift moest per 1000 cc grond, 200 cc 0,8% Aapirol gebruikt worden.

Het stomen van de grond en de formalinebehandeling hadden 12 dagen voor het uitzetten van de kiemplantjes plaats; in alle andere gevallen had de grondontsmetting 2 dagen tevoren plaats, hoewel was opgegeven dat er direct na de grondbehandeling kon worden geplant. Bij contrôle, een week na de behandeling bleek dat in de series 7 en 8 de plantjes ernstig waren beschadigd. Waarschijnlijk was de tussentijd voor het gevoelige Lathyrus-gewas te kort; vooral door de behandeling van de grond met Aagrano-nat trad een wortelbeschadiging op, welke zich uitte in het opzwellen van de worteltjes. Een dergelijke beschadiging is door Kole (50) ook geconstateerd bij tarwekiemplantjes na behandeling van de tarwekorrels met kwikhoudende middelen. Alle planten uit beide bovengenoemde series werden vervangen door andere kiemplantjes (van dezelfde ouderdom als die uit de andere series), zodat de tijd tussen grondbehandeling en planten 9 dagen bedroeg.

Als maatstaf voor de graad van aantasting werd het aantal bloemstelen geteld en de lengte hiervan gemeten, alsmede de lengte van de hoofdstengel. Bovendien werd onderzocht in welke mate de stengel en de wortel door *T. basicola* waren aangetast.

Bij het beëindigen van de pottenproef blijkt, dat op nieuwe grond en op de gestoomde zieke grond de gunstigste resultaten zijn verkregen. De behandeling met formaline heeft een ongunstige invloed gehad op het aantal bloemstelen; de lengte van de bloemstelen en van de plant is echter toegenomen. De resultaten verkregen met de andere bovengenoemde middelen zijn onderling ongeveer gelijk, maar meestal minder dan op zieke grond.

Kasproef te Aalsmeer. Met dezelfde middelen werden in een kas, waarin het voorafgaande jaar Lathyrus was geteeld, rijen grond ontsmet. Omdat Lathyrus vrij diep wortelt, was voor het toedienen van de ontsmettingsmiddelen de grond op de rijen tot een diepte van ± 50 cm verwijderd. Een derde van de totale hoeveelheid van het toe te dienen middel werd in deze geul uitgegoten, eenzelfde hoeveelheid op een diepte van ± 25 cm en ten slotte werd het laatste derde deel over de oppervlakte uitgegoten. De tijd, welke verliep tussen ontsmetten van de grond en het planten, is dezelfde als in de pottenproef. Ook nu bleven na behandeling met Aagrano-nat of Aardisan de planten sterk in groei achter; het was door het grote aantal planten per rij niet mogelijk de planten door nieuwe te vervangen, zoals in de pottenproef is gedaan.

Deze proeven zijn op semi-praktijkschaal genomen; de rijpe Lathyrusbloemen werden geoogst en aan de veiling gebracht. Dit is geschied door het

Personeel van de Proeftuin Aalsmeer [1]), dat tevens het geoogste aantal bloemstelen en de lengte daarvan noteerde.

Vergelijken wij de resultaten van de behandelde series onderling, dan zien wij, dat de planten op de gestoomde grond het grootste aantal bloemstelen per plant hebben opgebracht; dat daarentegen de lengte van de bloemstelen aanzienlijk minder is dan op de zieke grond. Ook behandeling met cupro-oxyde is gunstig wat betreft de bloemopbrengst, doch de wortels der planten zijn aangetast door *T. basicola.* Waarschijnlijk is deze infectie pas later opgetreden, waardoor de planten zich nog behoorlijk hebben kunnen ontwikkelen en de bloemopbrengst zelfs gunstig is geweest. De bloemopbrengst bij de andere series blijft hier steeds onder, terwijl ook het wortelbeeld verre van gunstig is. Alleen op de gestoomde grond zijn de wortels mooi blank gebleven. Op nieuwe grond, is het aantal bloemstelen niet groter dan op de gestoomde grond. De lengte van de bloemstelen is echter veel beter.

Vatten we de resultaten verkregen bij de pottenproef en de kasproef samen, dan constateren we bij de pottenproef dat stomen een verbetering geeft ten opzichte van de zieke grond. Bij de kasproef is de verbetering ten gevolge van stomen, niet volkomen aangezien de lengte van de bloemsteel kleiner is dan op de zieke grond. Misschien is de verklaring voor dit minder gunstige resultaat te vinden in structuurbederf van de gestoomde grond, hetgeen gemakkelijk kan zijn opgetreden aangezien de zieke grond zeer nat was. Men ziet hieruit, dat voorzichtigheid geboden is bij het stomen van zieke Lathyrus-grond, aangezien de resultaten niet altijd aan de verwachting voldoen; een feit dat ook reeds door de kwekers was waargenomen [zie VAN KOOT (51)].

Waarschijnlijk heeft, eveneens als gevolg van de natte grond, de formalinebehandeling niet zo gunstig gewerkt als onder andere omstandigheden mogelijk geweest zou zijn. Ondanks het feit dat Aardisan en Aapirol in de plaatproeven de groei van *T. basicola* remden, blijken ze in de grond niet te voldoen.

Van de overige ontsmettingsmiddelen blijkt cupro-oxyde mogelijk perspectieven te bieden, maar hierover is geen nader onderzoek verricht.

B. BESTRIJDING DOOR MIDDEL VAN ANTAGONISTISCH WERKZAME ORGANISMEN [2])

Een in wezen zeer aantrekkelijke methode is de bestrijding van ziekteverwekkende bacteriën en schimmels met behulp van antagonistisch werkzame organismen of van hun extracten. Dat men in de laatste jaren hiervan ook gebruik tracht te maken bij de bestrijding van die bodemorganismen welke plantenziekten veroorzaken blijkt wel uit de literatuur.

Als klassiek voorbeeld geldt het werk van VAN LUYK (59), die constateerde dat *Penicillium expansum* (LINK) THOM. en de extracten daarvan sterk antibiotische eigenschappen hebben o.a. ten opzichte van *Pythium de Baryanum*

[1]) Graag grijp ik deze gelegenheid aan, om allen die aan de Proeftuin te Aalsmeer zijn verbonden, van harte te danken voor alle hulp die zij mij bij het onderzoek, zo vanzelfsprekend geboden hebben.

[2]) Dit onderzoek is mede mogelijk geworden, doordat de Heer H. J. SWART (biol. drs.) zich voor de tijd van drie maanden met de proeven belastte. Door de beperkte tijdsduur kon het werk niet anders dan oriënterend zijn.

Hesse. Toevoeging van *Penicillium expansum* aan grond welke de wortelparasieten bevatte van lucerne verminderde de aantasting van de kiemplantjes door deze parasieten zeer sterk.

In het eigen onderzoek werd een onverwacht gunstig resultaat verkregen bij een oriënterende proef, waarbij *Fusarium oxysporum* Schl. werd gemengd door zieke grond. De opbrengst aan bloemen was zeer veel groter dan bij alle andere objecten. Het leek dan ook wenselijk aan de bestrijding van *T. basicola* door middel van bodemorganismen enige aandacht te besteden. Dit temeer, omdat door Van Koot (53) *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. met succes gebruikt werd tegen de slaapziekte van de komkommer, voor welke ziekte zeven *Fusarium*-soorten verantwoordelijk gesteld worden.

Voor ons onderzoek is de in literatuur gezocht naar organismen welke in aanmerking komen om getoetst te worden op hun antagonistische werking ten opzichte van *T. basicola*. Zoals bekend oefenen *Actinomyceten* in de bodem een gunstige werking uit. Dit berust ongetwijfeld op hun sterk antagonistische eigenschappen tegenover een groot aantal organismen. Meredith (64) isoleerde een aantal *Actinomyces*-stammen, welke antagonistisch werkten op *Fusarium oxysporum* Schl. *cubense* (E. Sm.) Wr. de veroorzaker van de Panama-ziekte van de banaan. Voorlopige proefjes, door ons genomen, toonden aan dat enkele van de door Meredith geïsoleerde stammen (no 6124, 6840, 6841 en 6870), de groei van *T. basicola* remden. Voorts werd *Metarrhizium glutinosum* S. Pope in het onderzoek opgenomen aangezien deze volgens de publicatie van Brian en Mc.Gowan antagonistisch werkt ten opzichte van een aantal tot zeer uiteenlopende geslachten behorende schimmels (10).

Door Swart werden de bovengenoemde antagonisten en de volgende door hem geïsoleerde schimmels nader op hun antagonisme ten opzichte van *T. basicola* getoetst: *Mucor hiemalis* Wehmer, *Mucor* sp., *Cladosporium herbarum* Link, *Epicoccum purpurascens* Ehrenb., *Trichoderma viride* Pers. ex Fr., twee *Penicillium* sp., *Fusarium sambucinum* Fuck en een bacterie isolatie no XXX.

Er werd nagegaan of de juist genoemde antagonisten alsmede de reeds genoemde een gunstige uitwerking hadden op de groei van met *T. basicola* besmette kiemplantjes van Lathyrus. Daartoe werden kiemplantjes van de var. Snowstorm onder steriele voorwaarden gekweekt in wijde cultuurbuizen (Simpliciabuizen) en hieraan een cultuur van *T. basicola*, alsmede een cultuur van één van de bovengenoemde antagonistisch werkzame schimmels toegevoegd.

De uitslag van de proeven was, dat de antagonisten nergens in staat waren om de aantasting van de kiemplantjes door *T. basicola* geheel op te heffen. In een aantal gevallen was wel enige verbetering merkbaar.

Daarna werd onderzocht of filtraten van de cultuurvloeistof van de genoemde schimmels, een toxische werking op *T. basicola* hebben. De „antagonisten" groeiden gedurende 12–14 dagen bij 25 °C op aardappel-glucose-water (havermoutwater verstopte het filter). De cultuurvloeistof werd daarna door een Seitzfilter E.K. Grösze 6 gefiltreerd. De vloeistof werd daarna in verschillende verhoudingen bij een cultuur van *T. basicola* gebracht.

Uit de resultaten van deze proef kunnen we niet besluiten tot een sterk antagonisme. Bij de beoordeling van de resultaten moeten we echter goed voor ogen houden dat de filtraten van de „antagonisten" op éénzelfde tijdstip gewonnen zijn; waarbij het niet zeker is of juist op dat moment de maximale hoeveelheid

antibioticum aanwezig is. Zo vermeldt WEINDLING (100) dat bij *Trichoderma lignorum* (TODE) HARZ na 42–48 uur de maximale hoeveelheid antibioticum in het filtraat aanwezig is; terwijl dit daarna snel afneemt. JAARSVELD (36) verkrijgt echter een positief resultaat met een filtraat van een 14 dagen oude cultuur.

TABEL 12. Remmende invloed van antagonistisch werkzame organismen of van hun filtraten op de aantasting van Lathyrusworteltjes door *T. basicola* in natuurlijke-zieke grond.

Table 12. Inhibiting influence of antagonistic organisms or their filtrates on the infection of the roots of Lathyrus by T. basicola in, naturally infected soil.

Lathyrus kiemplantjes, var. Snowstorm *Lathyrus var. Snowstorm seedlings*		met de levende antagonist *with the antagonistic organism*		met filtraten *with filtrates*	
		hoeveelheid *amount* (1)	gemidd. wortelcijfer *average figure of the root* (3)	hoeveelheid *filtrate* (2)	gemidd. wortelcijfer *average figure of the root*
Nieuwe grond (contrôle); *Fresh soil (control)*			4,7		4,7
Natuurlijke zieke grond *Naturally infected soil*	(contrôle) *(control)*		2,4		2,4
idem	+ Fusarium oxysporum	1	3,9	30 cc	1,6
		2	3,6	60 cc	2,1
		4	3,1	120 cc	2,3
idem	+ Actinomyces 6124	1	1,6	30 cc	1,2
		2	2,9	50 cc	2,1
		4	2,6		
idem	+ Bacterie isol. XXX	1	3,1	30 cc	2,7
		2	3,3	60 cc	3,3
		4	3,3	120 cc	3,6
idem	+ Metarrhizium glutinosum	1	3,6	30 cc	2,7
		2	3,5	60 cc	3,0
		4	3,2	120 cc	4,2

(1) De antagonisten zijn gedurende 11 d. in 300 cc Erlenmeyers op 50 cc aardappelwater gekweekt. Per pot werd het mycelium of de bacterie-cultuur van 1,2 of 4 Erlenmeyers door de grond gemengd.
The antagonists are cultured in 300 cc Erlenmeyer flasks containing 50 cc potato-glucose-water, during 11 days. In each pot mycelium or the bacteria from 1, 2 or 4 Erlenmeyer flasks was mixed through the soil.

(2) Per pot is 30, 60 of 120 cc van het filtraat toegediend.
To each pot 30, 60 or 120 cc filtrate was added.

(3) De wortelcijfers zijn als volgt gegeven:
the following figures indicate the conditions of the roots:
- 0: wortel geheel aangetast; donkerbruin;
  roots totally infected; darkbrown;
- 1: wortel op zeer veel plaatsen ernstig aangetast;
  roots seriously infected at many places;
- 2: wortel egaal zwak aangetast; lichtbruin;
  the whole root slightly infected; lightbrown;
- 3: wortel met enkele zwak aangetaste plekken;
  roots with some slightly infected spots;
- 4: wortel met klein bruin plekje aan de wortelhals;
  roots with a small brown spot at root collar;
- 5: wortel volkomen blank;
  roots entirely white.

HESSE. Toevoeging van *Penicillium expansum* aan grond welke de wortelparasieten bevatte van lucerne verminderde de aantasting van de kiemplantjes door deze parasieten zeer sterk.

In het eigen onderzoek werd een onverwacht gunstig resultaat verkregen bij een oriënterende proef, waarbij *Fusarium oxysporum* SCHL. werd vermengd door zieke grond. De opbrengst aan bloemen was zeer veel groter dan bij alle andere objecten. Het leek dan ook wenselijk aan de bestrijding van *T. basicola* door middel van bodemorganismen enige aandacht te besteden. Dit temeer, omdat door VAN KOOT (53) *Fusarium solani* (MART.) APP. et WR. met succes gebruikt werd tegen de slaapziekte van de komkommer, voor welke ziekte zeven *Fusarium*-soorten verantwoordelijk gesteld worden.

Voor ons onderzoek is de in literatuur gezocht naar organismen welke in aanmerking komen om getoetst te worden op hun antagonistische werking ten opzichte van *T. basicola*. Zoals bekend oefenen *Actinomyceten* in de bodem een gunstige werking uit. Dit berust ongetwijfeld op hun sterk antagonistische eigenschappen tegenover een groot aantal organismen. MEREDITH (64) isoleerde een aantal *Actinomyces*-stammen, welke antagonistisch werkten op *Fusarium oxysporum* SCHL. *cubense* (E. SM.) WR. de veroorzaker van de Panama-ziekte van de banaan. Voorlopige proefjes, door ons genomen, toonden aan dat enkele van de door MEREDITH geïsoleerde stammen (no. 6124, 6840, 6841 en 6870), de groei van *T. basicola* remden. Voorts werd *Metarrhizium glutinosum* S. POPE in het onderzoek opgenomen aangezien deze volgens de publicatie van BRIAN en MC.GOWAN antagonistisch werkt ten opzichte van een aantal tot zeer uiteenlopende geslachten behorende schimmels (10).

Door SWART werden de bovengenoemde antagonisten en de volgende door hem geïsoleerde schimmels nader op hun antagonisme ten opzichte van *T. basicola* getoetst: *Mucor hiemalis* WEHMER, *Mucor* sp., *Cladosporium herbarum* LINK, *Epicoccum purpurascens* EHRENB., *Trichoderma viride* PERS. ex FR., twee *Penicillium* sp., *Fusarium sambucinum* FUCK en een bacterie isolatie no XXX.

Er werd nagegaan of de juist genoemde antagonisten alsmede de reeds genoemde een gunstige uitwerking hadden op de groei van met *T. basicola* besmette kiemplantjes van Lathyrus. Daartoe werden kiemplantjes van de var. Snowstorm onder steriele voorwaarden gekweekt in wijde cultuurbuizen (Simpliciabuizen) en hieraan een cultuur van *T. basicola*, alsmede een cultuur van één van de bovengenoemde antagonistisch werkzame schimmels toegevoegd.

De uitslag van de proeven was, dat de antagonisten nergens in staat waren om de aantasting van de kiemplantjes door *T. basicola* geheel op te heffen. In een aantal gevallen was wel enige verbetering merkbaar.

Daarna werd onderzocht of filtraten van de cultuurvloeistof van de genoemde schimmels, een toxische werking op *T. basicola* hebben. De „antagonisten" groeiden gedurende 12–14 dagen bij 25 °C op aardappel-glucose-water (havermoutwater verstopte het filter). De cultuurvloeistof werd daarna door een Seitzfilter E.K. Grösze 6 gefiltreerd. De vloeistof werd daarna in verschillende verhoudingen bij een cultuur van *T. basicola* gebracht.

Uit de resultaten van deze proef kunnen we niet besluiten tot een sterk antagonisme. Bij de beoordeling van de resultaten moeten we echter goed voor ogen houden dat de filtraten van de „antagonisten" op éénzelfde tijdstip gewonnen zijn; waarbij het niet zeker is of juist op dat moment de maximale hoeveelheid

antibioticum aanwezig is. Zo vermeldt WEINDLING (100) dat bij *Trichoderma lignorum* (TODE) HARZ na 42–48 uur de maximale hoeveelheid antibioticum in het filtraat aanwezig is; terwijl dit daarna snel afneemt. JAARSVELD (36) verkrijgt echter een positief resultaat met een filtraat van een 14 dagen oude cultuur.

TABEL 12. Remmende invloed van antagonistisch werkzame organismen of van hun filtraten op de aantasting van Lathyrusworteltjes door *T. basicola* in natuurlijke-zieke grond.

Table 12. Inhibiting influence of antagonistic organisms or their filtrates on the infection of the roots of Lathyrus by T. basicola in, naturally infected soil.

Lathyrus kiemplantjes, var. Snowstorm *Lathyrus var. Snowstorm seedlings*	met de levende antagonist *with the antagonistic organism*		met filtraten *with filtrates*	
	hoeveelheid *amount* (1)	gemidd. wortelcijfer *average figure of the root* (3)	hoeveelheid *filtrate* (2)	gemidd. wortelcijfer *average figure of the root*
Nieuwe grond (contrôle); *Fresh soil (control)*		4,7		4,7
Natuurlijke zieke grond (contrôle) *Naturally infected soil (control)*		2,4		2,4
idem + Fusarium oxysporum	1	3,9	30 cc	1,6
	2	3,6	60 cc	2,1
	4	3,1	120 cc	2,3
idem + Actinomyces 6124	1	1,6	30 cc	1,2
	2	2,9	50 cc	2,1
	4	2,6		
idem + Bacterie isol. XXX	1	3,1	30 cc	2,7
	2	3,3	60 cc	3,3
	4	3,3	120 cc	3,6
idem + Metarrhizium glutinosum	1	3,6	30 cc	2,7
	2	3,5	60 cc	3,0
	4	3,2	120 cc	4,2

De antagonisten zijn gedurende 11 d. in 300 cc Erlenmeyers op 50 cc aardappelwater gekweekt. Per pot werd het mycelium of de bacterie-cultuur van 1,2 of 4 Erlenmeyers door de grond gemengd.
The antagonists are cultured in 300 cc Erlenmeyer flasks containing 50 cc potato-glucose-water, during 11 days. In each pot mycelium or the bacteria from 1, 2 or 4 Erlenmeyer flasks was mixed through the soil.

(2) Per pot is 30, 60 of 120 cc van het filtraat toegediend.
To each pot 30, 60 or 120 cc filtrate was added.

(3) De wortelcijfers zijn als volgt gegeven:
the following figures indicate the conditions of the roots:

0: wortel geheel aangetast; donkerbruin;
roots totally infected; darkbrown;
1: wortel op zeer veel plaatsen ernstig aangetast;
roots seriously infected at many places;
2: wortel egaal zwak aangetast; lichtbruin;
the whole root slightly infected; lightbrown;
3: wortel met enkele zwak aangetaste plekken;
roots with some slightly infected spots;
4: wortel met klein bruin plekje aan de wortelhals;
roots with a small brown spot at root collar;
5: wortel volkomen blank;
roots entirely white.

In potten met natuurlijke zieke grond werden Lathyrus-kiemplantjes var. Snowstorm geplant welke te voren op gelijke ontwikkeling waren uitgezocht. Bij één serie van deze potten werden antagonistisch werkzame organismen aan de grond toegevoegd, bij een tweede serie geschiedde dit met de filtraten. Onder deze omstandigheden welke zich het meest aansluiten bij de natuurlijke toestand zijn resultaten verkregen welke enig perspectief openen, zoals blijkt uit onderstaande tabel 12. De resultaten zijn beoordeeld naar de meer of mindere aantasting van de worteltjes waarvoor een wortelcijfer is gegeven. De cijfers in de tabel zijn de gemiddelden van 10 planten; bij de contrôles van 25 planten.

Uit deze tabel blijkt: indien een kleine dosis van *Fusarium oxysporum* Schl. wordt toegevoegd, werkt dit gunstig; grotere hoeveelheden schijnen de wortel weer ongunstig te beïnvloeden. Het filtraat heeft een zeer ongunstige invloed, hetgeen mogelijk te wijten is aan de lage pH van het filtraat. Enig resultaat is ook verkregen met bacterie-isolatie no XXX, zowel met de „antagonist" zelf als met het cultuurfiltraat. Stijgende doses van het filtraat werken ook in stijgende lijn gunstig. De resultaten met Metarrhizium glutinosum bieden misschien perspectieven, al werkt Metarrhizium spoedig schadelijk op de plant.

Ten slotte is, als voorbeeld nog de *Actinomyces*-stam no 6124 opgenomen, omdat met alle andere getoetste, maar in de tabel niet nader aangegeven, organismen ongeveer dezelfde resultaten werden verkregen. Het blijkt wel dat deze organismen voor verder onderzoek niet de minste waarborgen bieden.

Gezien het feit dat nergens uitgesproken gunstig werkende schimmels naar voren kwamen, is voorlopig van nader onderzoek afgezien.

C. ANDERE MAATREGELEN TER BESTRIJDING VAN T. BASICOLA

Teeltwisseling. Verschillende auteurs [o.a. Taubenhaus en Manns (93), Dodge en Rickett (21), Massee (63)] bevelen de teeltwisseling aan als middel om aan het Thielaviopsis-wortelrot van Lathyrus te ontkomen. Er wordt echter nooit aangegeven hoe groot het aantal tussenjaren moet zijn alvorens men weer op dezelfde grond mag terugkomen.

In ons onderzoek is getracht door middel van een enquête gegevens uit de practijk te verzamelen, welke dit punt nader belichten. Indien de ervaringen worden samengevat, dan blijkt hieruit dat bij 0 tussenjaren het gewas slecht was bij 16 van de 22 kwekers. Bij 1 tussenjaar gaf het gewas bij 4 van de 7 kwekers een matige tot slechte opbrengst. Slechts enkele gegevens (5) zijn beschikbaar, indien na 2 of 3 tussenjaren op dezelfde grond wordt teruggekomen. De resultaten zijn dan matig tot goed. Hoewel dit niet door onderzoek is bevestigd, wijzen deze ervaringen, door de kwekers opgedaan, er wel op dat men zeker niet eerder dan na 3 tussenjaren op dezelfde grond zal kunnen terugkomen.

Grondverversing. Men poogt ook wel verbetering in de stand van het gewas te brengen, door alleen op de regels de grond te verversen. In enkele gevallen werden daarmee wel gunstige resultaten bereikt, terwijl in andere gevallen het gewas een slechte opbrengst gaf. Doordat in het algemeen een betrekkelijk smalle strook zieke grond door nieuwe grond wordt vervangen, kan *T. basicola* gemakkelijk vanuit de omringende grond in de nieuwe grond doordringen. De uitbreiding van *T. basicola* kan zeer snel gaan, zoals Berkner (7) aantoonde.

Bovendien zullen de wortels van het gewas ook spoedig in de oude grond doordringen en daar aan infectie blootstaan. Hierdoor worden de weinig gunstige resultaten na het volgen van deze maatregel verklaard. Deze werkwijze moet dan ook worden ontraden.

Het verversen van alle grond uit een kas biedt meer zekerheid op een goed gewas, mits de zieke grond niet te oppervlakkig wordt verwijderd.

Openzetten van de warenhuizen. Deze methode wordt nogal eens toegepast in het Westland waar de Lathyrus in warenhuizen wordt geteeld, doch of hiervan een gunstig resultaat mag worden verwacht, is te betwijfelen. Indien Lathyrus buiten wordt geteeld, verkrijgt men (ondanks het feit dat weer en wind op de grond konden inwerken) van het gewas dat direct het daaropvolgende jaar op dezelfde plaats wordt geteeld geen goede opbrengsten. (Zie hoofdstuk VI A.) Op grond hiervan komt deze methode niet in aanmerking om het Thielaviopsis-wortelrot van Lathyrus te bestrijden.

Het kweken van resistente variëteiten. Bij tabak heeft men wel enig succes geboekt door rassen te kweken welke resistent waren tegen *T. basicola* [CONANT (17), STOVER (88)].

Voor Lathyrus is men hiertoe nog niet overgegaan. Gedurende het onderzoek is mij, noch bij de proeven, noch bij de kwekers een variëteit opgevallen welke resistent was tegen *T. basicola.*

Indien echter het resistentie-onderzoek bij Lathyrus ter hand zou worden genomen, zou als uitgangsmateriaal de var. Ambition misschien in aanmerking komen. Ambition bleek bij het onderzoek (zie hoofdstuk VI) het minst gevoelig voor het wortelrot te zijn.

Zaadontsmetting. Hoewel uit het onderzoek geen aanwijzingen zijn verkregen dat *T. basicola* met het Lathyruszaad zou overgaan, zijn toch enkele proefjes genomen ten einde dit punt nader te onderzoeken. Niet ontsmet en ontsmet zaad zijn uitgeplant in a) nieuwe grond en b) in zieke grond.

In geval a) kon noch op de worteltjes van de planten afkomstig van niet-ontsmet zaad, noch op die afkomstig van ontsmet zaad *T. basicola* worden gevonden. In geval b) waren, zoals te verwachten was, alle worteltjes door *T. basicola* aangetast.

Wanneer men Lathyruszaad weekt in steriel water en daarna enkele druppels mengt met aardappelagar die in Petrischalen wordt uitgegoten, dan werd tussen de opkomende bacteriën- en schimmelkolonies, nooit *T. basicola* aangetroffen. TAUBENHAUS (91) heeft de schimmel evenmin op het zaad aangetroffen.

Zaadontsmetting ter voorkoming van het wortelrot van Lathyrus door *T. basicola* blijkt dus niet van belang te zijn.

SAMENVATTING

Hoewel algemeen bekend is, dat Lathyrus niet twee of meer opeenvolgende jaren op dezelfde grond (plaats) moet worden geteeld, omdat dan opbrengstvermindering optreedt (zie ook de enquête blz. 2), was de oorzaak en de invloed van deze „Lathyrus-moeheid" en de schade welke daardoor aan het gewas teweeg wordt gebracht, niet bekend. Uit het onderzoek is gebleken, dat *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS de oorzaak van deze „bodemmoeheid" is.

Een beschrijving van de ziekteverschijnselen wordt gegeven. Bij ernstige aantasting valt op, dat het gewas pleksgewijze sterk in groei achterblijft, dat de blaadjes, te beginnen bij de onderste, geel worden en verdorren, waardoor de plant een kwijnend aanzien krijgt. Aan de stengelbasis wordt vaak een wigvormig oplopende bruine verkleuring aangetroffen. Het wortelstelsel is pleksgewijze licht- tot donkerbruin gekleurd, terwijl in ernstige gevallen van het wortelstelsel slechts een stompje overblijft. In het merendeel van de gevallen is de aantasting minder ernstig. Het gewas blijft min of meer in groei achter; de blaadjes zijn kleiner dan normaal en het aantal zijscheuten is geringer. Ook de bloei is minder, al naar gelang de aantasting. Bij dergelijke minder duidelijke aantastingsbeelden is men dan op het wortelbeeld aangewezen om vast te kunnen stellen of *T. basicola* de oorzaak van de genoemde verschijnselen is. In dat geval vertonen de wortels bruine plekjes, soms met overlangse groefjes, waardoor de wortels een rafelig uiterlijk krijgen. Voor de beginstadia van de aantasting zijn de fijne roestbruine streepjes, waarop de chlamydosporen in toefjes bijeen zijn geplaatst, kenmerkend (foto 1 en 2).

In het algemeen onderschat men bij minder ernstige aantasting de schade sterk (zie hoofdstuk VI sub A).

De schimmel dringt het schorsweefsel binnen en ontwikkelt zich in de eerste plaats intercellulair en daarna intracellulair. Bij aangetaste Lathyrus wordt de schimmel noch in de endodermis noch in de centrale cylinder aangetroffen. Het vatenstelsel kan dus blijven functionneren. Daaraan is het te danken, dat de aangetaste planten nog een lange tijd kunnen voortkwijnen. Dit is een van de meest typische verschijnselen van de „bodemmoeheid" van Lathyrus (tekening 1 tot en met 6).

Voorgesteld wordt om deze ziekte in het vervolg: **Thielaviopsis-wortelrot** te noemen (zie blz. 10).

De schimmel kan zeer goed uit de pas aangetaste (lichtbruine) plekjes van de wortels worden geïsoleerd. Infectieproeven, onder steriele voorwaarden, in wijde cultuurbuizen gaven na ongeveer 5 dagen reeds de typische bruine verkleuringen te zien; na ongeveer 14 dagen kan het Lathyrus-worteltje over grotere gedeelten bruin gekleurd zijn, terwijl enige tijd daarna ook de stengelbasis is aangetast. Ook infectieproeven in potten gaven spoedig het typische ziektebeeld te zien. Indien nieuwe grond in verschillende verhoudingen (0 % tot 100 %) werd gemengd met zieke grond (grond waarop reeds één of meer jaren Lathyrus was geteeld), trad het ziektebeeld des te sterker op naarmate het

percentage zieke grond groter was. De bloemopbrengst, de lengte van de plant en de aantasting van de wortels waren ook in toenemende mate beïnvloed. De resultaten van de mengingsproef kunnen geheel verklaard worden met de aanname dat een schimmel de oorzaak is van de bodemmoeheid. Deze kunnen niet of minder goed verklaard worden, wanneer we aannemen dat de „bodemmoeheid" van Lathyrus moet worden geweten aan één van de volgende oorzaken: voedingselementen, sporenelementen, ongunstige bodemstructuur of toxische stoffen.

Een beschrijving van *T. basicola* wordt gegeven. Er wordt uiteengezet waarom – ondanks het feit dat in de natuurlijk zieke planten dikwijls peritheciën van *Thielavia basicola* (Berk. et Br.) Zopf te vinden zijn – de schimmel, welke het wortelrot veroorzaakt, geen peritheciën vormt, en daarom tot het geslacht *Thielaviopsis* behoort.

De invloed van de temperatuur en de zuurgraad op de ontwikkeling van *T. basicola* zijn bepaald (grafiek 1 en 2).

Een groot aantal uitwendige factoren bepalen voorts de mate waarin de plant door het Thielaviopsis-wortelrot wordt aangetast. Uit de proeven zijn geen aanwijzingen verkregen, dat door wijziging van de temperatuur of van de zuurgraad gedurende de cultuurperiode een beter gewas kan worden verkregen. Zowel in gronden met een laag als met een hoog vochtgehalte treedt het Thielaviopsis-wortelrot op. Wel is bij een hoog vochtgehalte de aantasting verhoudingsgewijs ernstiger (foto 3a en b). Indien de grond waarop wordt geteeld veel keukenzout bevat, zal dit schadelijk voor de groei van Lathyrus zijn (foto 4). Er is echter geen aanleiding gevonden om te besluiten dat een hoog NaCl-gehalte van de grond samengaat met een sterker Thielaviopsis-wortelrot. Het blijkt, dat vooral de achterblijvende wortels een zeer ongunstige invloed op het volgend gewas kunnen uitoefenen, aangezien op deze wortels de sporen van *T. basicola* in de grond overblijven. Het zal dus van belang zijn zorgvuldig te werk te gaan bij het opruimen van het oude Lathyrus-gewas, ook al is dit schijnbaar gezond.

Aangezien *T. basicola* op een groot aantal gewassen parasitair kan voorkomen, dient men in de keuze van het voorgewas voorzichtig te zijn.

Uitvoerige proeven zijn genomen teneinde een nader inzicht te krijgen in de opbrengstvermindering, welke ontstaat door herhaalde malen op dezelfde grond terug te komen. Tabel 9 geeft daarvan een overzicht. Daaruit blijkt, dat deze vermindering zeer aanzienlijk kan zijn. Zo was in de proef de vermindering in het aantal bloemstelen bij Gigantic ± 43 % bij het telen voor de tweede maal op dezelfde grond. Werd de var. Welcome voor de derde maal geteeld dan was de opbrengstvermindering zelfs bijna 60 %.

Een betere maatstaf voor de invloed welke het Thielaviopsis-wortelrot op het gewas uitoefent is de som der lengten van alle bloemstelen gedurende een bloeiperiode (tabel 9 C).

Voor de var. Gigantic, Welcome en King Lavender is de achteruitgang van het gewas groter naarmate met het gewas vaker op dezelfde grond wordt teruggekomen; alleen Ambition vormt een uitzondering. Met deze waarnemingen stemt de aantasting van het wortelstelsel goed overeen. Het wortelstelsel blijkt des te meer aangetast te zijn, naarmate de achteruitgang van het gewas groter is.

Indien het gewas voor de tweede of derde maal op dezelfde grond wordt geteeld, blijkt de achteruitgang in bloei groter te zijn, naarmate de bloei verder gevorderd is. Hiermee is in overeenstemming dat de wortels gedurende de bloei in steeds heviger mate zijn aangetast.

Het regelmatig verwijderen van de ranken gedurende de cultuurperiode heeft in het algemeen eveneens aanzienlijke opbrengstvermindering ten gevolge. Deze behandeling van de Lathyrus-planten zal men dus de kwekers moeten ontraden.

De invloed van een aantal grondontsmettingsmiddelen op het Thielaviopsis-wortelrot is onderzocht. Het blijkt, dat daarvan weinig te verwachten is. Behandeling van de grond, met formaline of met stoom, mits de grond niet te vochtig is en de grondwaterstand niet te hoog is, geven de meest gunstige resultaten. Ondanks het feit, dat de lethale temperatuur voor *T. basicola* laag ligt (± 55 °C), voldeed het grondstomen niet altijd om bovengenoemde redenen of omdat alleen op de rijen was gestoomd. Proeven over de bestrijding van *T. basicola* door antagonistisch werkzame organismen hebben geen belangrijke perspectieven geopend. Ten slotte worden nog een aantal maatregelen besproken, welke er op zijn gericht om aan het Thielaviopsis-wortelrot te ontkomen. Door een goede teeltwisseling zal in de practijk reeds veel kunnen worden bereikt.

SUMMARY

In the cultures of *Lathyrus odoratus* L. in the Netherlands losses which may be severe may be caused by „soil sickness". The main purpose of this study was to trace the cause of the soil sickness and its influence on the sweet pea, to examine the conditions which influence the appearance of the disease and to indicate a mode of control.

From an inquiry held among sweet pea growers, it appeared that the disease occurs on all kinds of soil and that among 32 growers, 22 grew their sweet peas on the same spot in two succeeding years. For 16 growers this resulted in a poor crop. The inquiry also proved that the cause of the symptoms was unknown to the sweet pea growers.

The method of cultivation of sweet peas is briefly described. The investigations prove *Thielaviopsis basicola* (BERK. et BR.) FERRARIS (fig. 7) to be the cause of the soil sickness of sweet peas in the Netherlands.

I. The symptoms of the disease ascribed to soil sickness may largely vary. In severe cases scattered groups of plants lagging in growth may be noted at a glance, occurring in the greenhouse (plate 1). When the plants are severely attacked they do not exceed 15–30 cm in length. The leaves are small, drooping and soon turn yellow. At the base of the stem a wedge-shaped brown discoloration about 5 cm in length occurs. The roots are dark brown with longitudinal cracks. The rootsystem is very stubby, as the roots are disintegrated and broken off by the penetration of secundary fungi. Because Lathyrus is able to form new adventitious roots a slow wilting will precede the death of the plants.

II. In most cases the symptoms of the disease are less severe. The plants lag behind the growth of normal plants. The leaves are smaller and the number of laterals is less. The brown discoloration at the base of the stem may be lacking. The roots show brown patches and have a roughening appearance (plate 2).

In the initial phase of infection the patches are a rusty brown. On these spots the characteristic chlamydospores are formed in clusters.

Ad I. The whole Lathyrus crop dies off in an early stage.

Ad II. The damage is often underestimated, the plants still having a fairly normal appearance. Attention is drawn to the fact that apparently healthy plants may yet be affected and give accordingly reduced yields. It is often not realized that a fungus is the cause of the disease. *T. basicola* remains in the soil and may infect the young plants of a subsequent crop of Lathyrus.

At the end of the growing period the fungus is almost always found on the roots of healthy plants. In sections of the affected roots the mycelium and the chlamydospores are in the earliest stage of infection found in the intercellular spaces (fig. 1 and 2) along with a light to dark brown gumlike substance. The neighbouring cellwalls are also coloured light to dark brown. The mycelium penetrates lenthwhise along fairly great distances in the intercellular spaces (fig. 3). Fig. 4 represents a brown root in which smaller and larger areas of the

cortex have been invaded. Even in case of very heavy infection we never found the mycelium penetrating the endodermis and the central cylinder. Around the infected area meristematic tissue is often present (fig. 5 and 6).

In Lathyrus we never found formation of cork tissue around the infected areas as is the case in tobacco [Conant (17)].

The symptoms of the infection of the stem are the same as those of the root.

In literature we do not find any information about the soil sickness of Lathyrus. Though *T. basicola* has been observed already by Chittenden (12), Massee (63), Taubenhaus (90) and Taubenhaus and Manns (93) on Lathyrus, is has not been considered as the cause of the soil sickness. The symptoms described by Taubenhaus agree with those described here sub I. Those described under sub II however, are not mentioned by Taubenhaus, so it is doubtful whether Taubenhaus has recognized the disease in its milder stage.

From the literature we see that the symptoms caused by *T. basicola* on other host-plants closely resemble those on Lathyrus. The disease, however, is designated by various names. In the American literature we find „black rootrot" of tobacco; in the English literature „black rootrot" is reserved for Lathyrus and Pisum, but in the case of tobacco merely „rootrot" is used. In Germany the disease is called „Wurzelbräune" (brown rootrot) in the case of Lathyrus, clover, lupin, flax, a.o. The disease of tobacco and Primula obconica caused by *T. basicola* in the Netherlands is called „wortelrot" (rootrot).

The author proposes the use of the name: **Thielaviopsis-wortelrot** (Thielaviopsis-rootrot) for the following reasons:

1. the colour of the roots is only a dark brown in severe cases (and black only in case of secundary infection f.i. with Fusarium sp.), while in many other cases only brown to light brown roots or spots occur.

2. the indication „rootrot" gives no information about the cause of the disease.

Chapter III deals with the isolation and description of the fungus. In our experiments the following method was very satisfactory: newly infected pieces of stem or root were superficially desinfected in 4 % formalin during 60 sec., washed with sterile water, somewhat crushed and placed in Petri-dishes on cherry agar. Also freshly infected pieces were desinfected during 45 sec. in diluted aquous solution of sublimate, washed with sterile water. Then these very small pieces were mixed with the cooled down culture medium and poured out into Petri-dishes.

We always obtained a good growth of the fungus on potato-dextrose agar or in a potato-dextrose solution and on oatmeal. A description of the fungus is given [Rawlings (74) and Stover (88)]. In our cultures we never obtained perithecia, though these may be found in the naturally infected roots. It was not possible to get perithecia in the pure cultures grown from endoconidia and chlamydospores.

We have to call the fungus, which causes the soil sickness of Lathyrus *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris and not *Thielavia basicola* (Berk. et Br.) Zopf, as the ascospores which were isolated from the naturally diseased rootlets, did not germinate.

Besides on Lathyrus *T. basicola* also occurs on a number of other flower

crops, f.i. Cyclamen, Aster, Primula, Poinsettia, Cypripedium, Viola. The sweet pea-growers should take this into account when growing these plants as the culture preceding sweet peas.

The influence of the temperature and of the pH on the growth of *T. basicola* is studied. The optimum temperature of growth of *T. basicola* isolated from Lathyrus was found to be 25 °C. This agrees fully with the optimum temperature of the other European isolates (TIDDENS, WILLIAMS) graph. 1. The optimum temperature of the American isolates lies at about 30 °C. The maximum of our isolate of *T. basicola* does not agree with that of the isolate of TIDDENS.

The influence of the pH is determined by measuring the increase of growth on agar-plates. This method is not satisfactory, while it gives too high values at high pH (7,4–7,9). The mycelium is very sparse at both these pH values (table 1, page 18). The curve demonstrating the growth – measured as dry-weights – at different pH values in a buffered culture solution is also given in graph 2.

Inoculation experiments with *T. basicola* – carried out both in culture tubes on a culture solution under sterile conditions and in artificially infected soil – furnished proof that this fungus is the cause of the disease found in Lathyrus.

A fresh soil (soil on which Lathyrus had never before been grown) was mixed with diseased soil (soil on which the previous year Lathyrus had been cultured). On the roots of plants growing in this mixture *T. basicola* was found at the end of the growing period. Along with the increasing percentage (0 % to 100 %) of diseased soil, the symptoms of the Thielaviopsis-rootrot increase, the average number of flowerstalks and the total length of the plants diminish (table 3 and graph 3 and 4).

In literature soil sickness is ascribed to different causes. It is made clear that the experimental results presented in chapter IV can only be understood by assuming that *T. basicola* is the cause of the soil sickness of Lathyrus.

The degree in which external conditions may influence the amount of damage caused by the infection has been examined for each factor separately. Graph 5 shows clearly that above 16 °C the virulence of *T. basicola* increases to such an extent that the growth of seedlings is seriously inhibited. Above 25–26 °C no such recovery of the plants occurs, as has been observed in the case of tobacco.

The influence of the pH on the infection has been studied on an artificially infected soil, consisting of a mixture of sand and dusariet. Due to the great buffering capacity of this mixture the pH remains very constant. The graphs 6 and 7 give the results of these experiments. The action of the pH on Snowstorm differs from its action on Sunray. It is clear, however, that the infection is most severe at the pH values at which the growth of the healthy plant is also optimal. These pH values cover moreover the range occurring in the soils whereon Lathyrus is grown commercially, as was proved by estimation of the pH of some thirty soil samples. A change in pH does not offer any practical possibilities for the controlling of the Thielaviopsis-rootrot.

Another important factor for the occurrence of Thielaviopsis-rootrot is the amount of soil moisture (GILBERT, SORAUER, JOHNSON en HARTMANN, TIDDENS, SATTLER and BÖNING found for a number of crops that the degree of infection increases with a higher moisture content of the soil. Our results agree with

theirs (tables 4 and 5; graph 8). Here also we note the best development of the healthy plant at a soil humidity of about 100 %, whilst the infection is also severest at this humidity (plate 3a and b).

Also the influence of NaCl has been studied, because in Aalsmeer as well as in the Westland the soil may contain much NaCl. Lathyrus proved very sensitive to NaCl but the experiments did not point to a more severe infection of *T. basicola* in the presence of NaCl (table 6, 7 and 8, plate 4).

At the end of the flowering period the Lathyrus plants are pulled up. The roots remain in the soil. On these roots the spores of *T. basicola* are always found, even on those of a healthy crop. Experiments furnished proof that the spores remain in the soil on these roots and multiply there. So they form a serious source of infection for the seedlings of next year's crop. It is made clear, that the growers should be very careful in the clearing away of the old crop.

The decrease in yield caused by repeated culture on the same spot has been studied (chapter VI). Generally this loss is greatly underestimated. Table 9 sub A shows the number of flowerstalks of the variety Welcome, King Lavender and Gigantic to decrease regularly and seriously by repeated culture. F.i. the number of flowerstalks of Gigantic may decrease over 43 % when this variety is cultured for the second time on the same spot. The decrease being even nearly 60 % when Welcome had been grown for the third time on the same spot. In Ambition the infection does not follow a same course, the average length of the flower stalks decreasing more irregularly. This is in agreement with the results obtained when fresh soil was mixed with diseased soil (table 3). The best measure for the influence of repeated culture is probably the sum of actual lengths of all flowerstalks produced (Table 9 C). So it was proved that the deterioration of the crop, not only of Welcome and King Lavender, but also of Gigantic increases regularly along with a more frequent repetition of culture on the same spot. The average length of the plant is shown in table 9D. *T. basicola* acts very distinctly on Gigantic and Welcome but only slightly on Ambition and King Lavender.

Microscopic examination shows the infection of the rootsystem to correlate with decrease in growth of the plant.

The influence of Thielaviopsis-rootrot on the sum of actual lengths of all flowerstalks during subsequent flowering periods has been studied. The total flowering period (from about June 1 to Sept. 11) has been divided in four parts. For each of these periods the sum of the actual lengths of the flower stalks produced has been measured (Table 10). This sum determined for a crop grown for the second or third time on the same soil, compared with that of a crop grown on fresh soil lags the farther behind the more the flowering period is advancing. For Gigantic these differences in the second period are 19.2 %, resp. 39.9 %, these numbers increasing in the third period to 73.6 % and 88 %, in the fourth period to 65 % and 73 %. Welcome shows this phenonemon also clearly; in Ambition and King Lavender, however, it is less clear.

So the affection of the roots by *T. basicola* increases during the growth of the crop while along with this a decrease of the sum of the actual lengths of all flower stalks occurs.

Some sweet pea growers remove the tendrils while the plant is still growing,

expecting thus to arrive at greater yields of flowerstalks as well as preventing the tendrils to attach themselves to the flowerstalks. Table 11 shows, however, that in all varieties (except Ambition) the removal of the tendrils results in a sometimes serious decrease in number of flowerstalks.

From the literature we learn that only a few methods of soil desinfection are succesful for the controlling of *T. basicola*. Treatment of the soil with formalin or steam sterilization gives often, though not always, good results. We studied the effect of some soil desinfectants on the fungus; viz. Folosan DB 905, Cu_2O, Aardisan, Aagrano and Aapirol.

These desinfectants were tested:

1. on *T. basicola* grown in Petri-dishes.
2. on plants growing in soil which had been artificially infected with *T. basicola*.
3. on plants growing in soil naturally infected by the previous crop of sweet pea.

The results confirm that only steam sterilization and a formalin treatment are succesful. If the soil is moist, steam sterilization may spoil its structure which may act harmfully on the Lathyrus crop.

In this connection the lethal temperature for *T. basicola* has been ascertained. In graph 9 we see that a temperature as low as 55 °C applied for some minutes suffices to kill the fungus. This explains the favorable results of steam treatment. Less favorable results obtained sometimes might be explained by poor soil structure or a high ground water level. This last factor ought to be taken seriously into account by the sweet pea grower. Soil desinfection by steam in the rows is useless, as the fungus will penetrate the soil again from neighbouring parts.

From other methods of control, such as renewing of the soil, ventilation of the markethouses, growing resistant varieties, and seed desinfection, only little result can be expected. Only when the soil of the whole greenhouse is renewed to a great depth, the next crop of sweet peas will not be infected. A four years crop rotation is adviced.

LITERATUURLIJST [1])

1. Aderhold, R., Impfversuche mit Thielavia basicola Zopf. *Arb. Biol. Abt. Land- u. Forstw.* **4** (1905) 463–465.
2. Anderson, P. J., A. Vincent Osmun and W. L. Doran, Soil reaction and black Root-rot of Tobacco. *Mass. Agr. Exp. Stat. Bull.* 229 (1926) 118–136.
3. Anonym, Jordtraethed hos Lathyrus. *Gartner Tidende* **66** (1950) 153.
4. ———, Bodenmüdigkeit bei Lathyrus. *Gartenwelt* **50** (1950) 190.
5. Beal, Alvin C., Sweet pea Studies II. Winter-flowering sweet peas. *Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Bull.* 319 (1912) 618–657.
6. ———, Sweet pea Studies III. Culture of the sweet pea. *Ibid.* 320 (1912) 658–716.
7. Berkner, F., Thielavia basicola, eine Gefahr für den Leguminosen-Zwischenfruchtbau. *Ibid.* **13** (1937) 321–334.
8. Bok, M. B., Lathyrus (L. odoratus): „Bodemmoeheid". *Jaarversl. Proeft. Aalsmeer* (1946) vide 60–62 en (1947) vide 54–56.
9. Böning, K., Die durch Thielavia basicola Zopf hervorgerufene Wurzelbräune des Klees, ihre Abhängigkeit von Umweltfaktoren und ihre Beziehung zu Unverträglichkeits-erscheinungen der Leguminosen. Festschr. 80. Geburtstages Prof. Otto Appel. *Biol. Zentralanst. Land- u. Forstw.* Berlin-Dahlem (1947) vide 60–63.
10. Brian, P. W. and J. C. McGowan, Biologically active metabolic products of the mould Metarrhizium glutinosum S. Pope .*Nature* **157** (1946) 334.
11. Brierley, W. B., The „endoconidia" of Thielavia basicola Zopf. *Ann. Bot.* **29** (1915) 483–495.
12. Chittenden, F. J., Streak disease of sweet peas. *J. Roy. Hort. Soc.* **37** (1911–12) 541–550.
13. ———, Diseases of sweet peas. *Sweet Pea Annual* (London) 1912, 14–24.
14. ———, The Garden Doctor. London 1920, 154 pp.
15. Clements, F. E. and C. L. Shear, The genera of Fungi. New York (1931) 496 pp.
16. Clinton, G. P., Root-rot of tobacco, Thielavia basicola (B. et Br.) Zopf. *Conn. Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt* **30** (1907) 342–368.
17. Conant, G. H., Histological studies of resistance in tobacco to Thielavia basicola. *Am. J. Bot.* **14** (1927) 457–481.
18. Craig, J. and A. C. Beal, Sweet pea studies I. *Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Bull.* 301 (1911) 749–765.
19. Demolon, A., A. Dunez, Recherches sur le rôle du bactériophage dans la fatigue des Luzernières. *Ann. Agron. Paris.* N.S. **5** (1935) 89–111.
20. Diddens, H. A., Onderzoekingen over den vlasbrand, veroorzaakt door Pythium megalacanthum de Bary. Diss. Utrecht, 1931, 127 pp.
21. Dodge, B. O. and H. W. Rickett, Diseases and Pests of Ornamental Plants. New York, 1943, 638 pp.
22. Doran, W. L., Acetic acid as a soil desinfectant. *J. Agr. Res.* **36** (1928) 269–281.
23. Dorsman, C., Bodemmoeheid. *de Tuinbouw* **6** (1951) 153–155.
24. Eek, Th. van, Wortelrot van Viola tricolor L. max. hort. Diss. Utrecht, 1937, 83 pp.
25. Gelein, C., Hoe kweken we Lathyrus in een kas. *Vakbl. Bloemisterij*, 7 (1952) 244–245.
26. ———, Wij bezien het huidige sortiment van de Lathyrus. *Ibid.* **7** (1952) 245–248.
27. ———, Ziekten en beschadigingen bij winter-Lathyrus. *Ibid.* **7** (1952).
28. Gilbert, W. W., The root-rot of tobacco caused by Thielavia basicola. U.*S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind. Bull.* 158 (1909).
29. ———, An improved method for isolation of Thielavia basicola. *Phytopath.* **16** (1926) 579.
30. Grooshevoy, S. E. and P. M. Levykh, The possibility of obtaining seedbed soil free from infection in compost heaps. *A. I. Mikoyan pan-Sov. sci. Res. Inst. Tobacco Indian Tob. Ind., Krasnodar. Publ.* 141 (1940) 42–48. Eng. Summ. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **20** (1941) 87.

[1]) De literatuurlijst is samengesteld volgens de aanwijzingen van de Normbladen 782 en 917.

31. GROOSHEVOY, S. E., P. M. LEVYKH and E. J. MALBIEVA, Methods of desinfecting seed-bed soil bij natural sources of heat. *Ibid. Publ.* 141 (1940) 49–61. Eng. Summ. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **20** (1941) 87.
32. GROOTENHUIS, J. A., Te hoge zoutconcentratie in bodemvocht en gietwater bij glascultures. *Tuinbouwgids* 1946, 412.
33. HARTSUYKER, K., Chloor-nitrobenzeen-verbindingen als fungiciden. *Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsstat. Gent.* **15** (1950) 219–226.
34. HELLINGA, J. J. A., Laboratoriumproeven ter bestudering van den invloed van de bemesting op groei en minerale samenstelling van de suikerbiet. II Bemestingsproef met dusariet in 1941. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod.* **15** (1945) 120–152.
35. HOLDER, J. VAN, A. MEES en K. SIJS, Verslag over de isolatie van vijf schimmels bij de aanvang van het academische jaar 1947–'48. *Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsstat. Gent* **13** (1948) 113–127.
36. JAARSVELD, A., De invloed van verschillende bodemschimmels op de virulentie van Rhizoctonia solani Kühn. Diss. A'dam, 1940, 101 pp.
37. s'JACOB, J. C., Anorganische beschadigingen bij Pisum sativum L. en Phaseolus vulgaris L. Diss. Utrecht, 1927, 117 pp.
38. JAGER, H. DE, Ziekteverschijnselen van enkele cultuurgewassen als gevolg van de inwerking van keukenzout. Diss. Utrecht, 1933, 95 pp.
39. JAHNEL, H., Grauschimmel und Wurzelbräune an Flachs. *Die kranke Pflanze* **16** (1939) 132–134.
40. JOHNSON, J., Breeding tobacco for resistance to Thielavia root-rot. *U.S. Dep. Agr. Bull.* 175 (1930) 20 pp.
41. JOHNSON, J. and R. E. HARTMAN, Influence of soil environment on the root-rot of tobacco. *J. Agr. Res.* **17** (1919) 41–87.
42. JONES, L. R., The relation of environment to disease in plants. *Am. J. Bot.* **11** (1924) 601–610.
43. ———, J. JOHNSON and J. G. DICKSON, Wisconsin studies upon the relation of soil temperature to plant disease. *Agr. Exp. Stat. Univ. Wisc. Res. Bull.* **71** (1926) 144 pp.
44. KERS, D., Den kasgrond doorspoelen of uitrijden. *Meded. Dir. Tuinbouw* 1944, vide 278.
45. KIGHTLINGER, C. V., Black root-rot resistant strains of Havana seed tobacco for the Connecticut Valley. *Mass. Agr. Exp. Stat. Bull.* 432 (1946) 20 pp.
46. KING, C. J. and H. D. BARKER, An internal collar rot on cotton. *Phytopath.* **29** (1939) vide 751.
47. KING, C. J. and J. F. PRESLEY. A root rot of cotton caused by Thielaviopsis basicola. *Phytopath.* **32** (1942) 752–762.
48. KLETSCHETOFF, A. N., Injury to flax caused by Thielavia basicola Zopf when the crop is grown uninterruptedly on the same soil *Journ. Scient. Agron.* **12** (1926) 823–834. Eng. Sum. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **6** (1927) 420.
49. KOCH, L. W. and R. H. STOVER, Tobacco diseases and the present status of their investigation in Canada. *Lighter* (*Dep. Agr. Can.*) **21** (1951) 10–15. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **30** (1951) 631–632.
50. KOLE, A. P., Enkele recente ervaringen met kwikzilverbevattende zaaizaadontsmettingsmiddelen. *Meded. Ned. Alg. Keuringsd.* **5** (1948) 46–48.
51. KOOT, IJ. VAN, Grond-ontsmetting door stomen en de beïnvloeding van bacterie-leven en samenstelling van den grond. *Landbouwkund. Tijdschr.* **54** (1942) 532–555.
52. ———, Enkele onderzoekingen betreffende de Fusarium-ziekte bij de komkommer. *Tijdschr. Plantenz.* **49** (1943) 52–74.
53. ———, De Fusariumziekte van komkommer en meloen. *Meded. Tuinbouwvoorl. dienst* 42 (1946) 85 pp.
54. ———, G. WIERTZ, Onderzoek naar de afstervingstemperaturen van enkele voor de plantengroei schadelijke bodem-organismen. *Tijdschr. Plantenz.* **53** (1947) 121–133.
55. LEVYKH, P. M., Methods for determining the degree of soil infestation with chlamydospores of Thielaviopsis basicola (Berk) Ferraris. *Mikoyan pan-Soviet sci. Res. Inst. Tob. Ind. Tob. Ind., Krasnodar. Publ.* **135** (1938) 13–22. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **17** (1938) 710.
56. ———, Effect of soil temperature, moisture and reaction on the development of tobacco black root-rot. *Ibid. Publ.* 137 (1939) 3–12. Eng. Summ. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **17** (1939) 634.
57. List of common British plant diseases. Cambridge 1944, 38 pp.
58. LUCAS, G. B., Comparative Cultural Studies with Thielavia basicola and Thielaviopsis basicola. *Phytopath.* **38** (1948) 16.

59. Luyk, A. van, Antagonism between various micro-organisms and different species of the genus Pythium, parasitizing upon grasses and lucerne. *Meded. Phytopath. Lab. Willie Commelin Scholten* **11** (1938) 43–83.
60. McCormick, F. A., Perithecia of Thielavia basicola Zopf in culture and the stimulation of their production by extracts from other fungi. *Conn. Agr. Exp. Stat. Bull.* 269 (1925) 539–554.
61. Marsbergen, W. van, Lathyrus odoratus Spencer praccox. *De Tuinbouw* **2** (1947) 62–64.
62. Massee, George, Fungoid diseases of the sweet pea. *Sweet Pea Ann.* (London) 1906, 18–23.
63. ———, A disease of sweet peas, asters and other plants (Thielavia basicola Zopf). *Roy. Bot. Gard. Kew. Bull. misc. Inform.* 1912, 44–52.
64. Meredith, C. H., The antagonism of soil organisms to Fusarium oxysporum cubense. *Phytopath.* **34** (1944) 426–429.
65. Mes, M. G., Fisiologiese siektesimptome van tabak. Diss. Utrecht, 1930, 141 pp.
66. Mevius, W., Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. *Naturwissensch. u. Landwirtsch.* 1927.
67. Miller, J. J., L. W. Koch and A. A. Hildebrand, A comparison of cultural methods for the maintenance of certain economic fungi. *Sci. Agr.* **27** (1947) 74–80.
68. Mooi-Bok, M. B., Bodemmoeheid van Lathyrus. *Tuinbouwgids* 1950, 592–595.
69. Mulder, D., Biologisch onderzoek van grondontsmettingsmiddelen. Diss. Amsterdam, 1943, 114 pp.
70. Nieuwdorp, W. A., De bladrandchlorose van Rhododendron catawbiense „Grandiflorum". Diss. Wageningen, 1945, 180 pp.
71. Oort, A. J. P., Nederlandse namen voor aaltjes (Nematoden). *Tijdschr. Plantenz.* **56** (1950) 169–171.
72. Pape, H., Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen. Berlin 1936, 427 pp.
73. Peglion, V., Marciume radicale della piantine di tobacco causato dalla Thielavia basicola Zopf. *Cbl. Bakt. 2e Abt.* **3** (1897) 580–584.
73*a*. Pijls, F. W. G., Te hoge zoutgehalten van tuinbouwgronden. *Tuinbouwgids* 1950, 315–317.
74. Rawlings, R. E., Observations on the cultural and pathogenic habits of Thielaviopsis basicola (Berk. et Br.) Ferraris. *Ann. Mo. bot. Gdn.* **27** (1940) 561–598. Ref. *Rev. Appl. Myc.* **21** (1942) 431.
75. Roodenburg, J. W. U., Zuurstofgebrek in den grond in verband met wortelrot. Diss. Utrecht, 1927, 103 pp.
76. ———, Lathyrus. *Jaarversl. Proeft. Aalsmeer* (1939–1940) vide 16.
77. ———, Lathyrus (Lathyrus odoratus Spencer praecox) Bodemmoeheid. *Ibid* (1942) vide 10 en (1943) vide 28.
78. Rowaan, P. A., Zout- en chloorschade bij de verschillende gewassen. *Maandbl. Landbouwvoorl.d.* **5** (1948) 290–300.
79. Sattler, F., Zur Biologie von Thielavia basicola (B. et Br.) Zopf. *Phytop. Z.* **9** (1936) 1–52.
80. Schaffnit, E. und K. Meyer-Hermann, Über den Einfluss der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. *Phytop. Z.* **2** (1930) 99–167.
81. Schmitt, R. J., Gloeirest en keukenzoutgehalte in grondhopen. *Vakbl. Bloemist.* **7** (1952) 205.
82. Schuffelen, A. C., Is de plantengroei afhankelijk van de ionenverhouding in den grond. II De ionenverhouding in de grond en de rentabiliteit der meststoffen. *Landbouwk. Tijdschr.* **52** (1940) 845–869.
83. Seffinga, J., Enige gegevens en waarnemingen betreffende de gloeirest van kasgrond. *Meded. Dir. Tuinb.* 1944, 312.
84. ———, Hoge zoutconcentratie van bloemkasgronden. *Tuinbouwgids* 1945, 267–270.
85. Slits, H. J. A., Het verzouten van kasgronden. *Meded. Dir. Tuinb.* 1945, 180–188.
86. Sman, A. M. v. d., Lathyrus (Lathyrus odoratus). *Jaarversl. Proeft. Aalsmeer* 1944, 37–39.
87. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. I 2. Berlin 1934, 6e druk, 553 pp. Vide p. 160.
88. Stover, R. H., The black root-rot disease of tobacco I. Studies on the causal organism Thielaviopsis basicola. *Can. J. Res.* **28** (1950) 445–471.
89. ———, The black root-rot disease of tobacco II. Physiologic specialization of Thielaviopsis basicola on Nicotiana tabacum. *Can. J. Res.* **28** (1950) 726–739.

90. TAUBENHAUS, J. J., Present knowledge of sweet pea diseases and their control. *Florists' Exchange* **34** (1912) 108–111.
91. ———, The diseases of the sweet pea. *Delaw. Coll. Agr. Exp. Stat. Bull.* 106 (1914) 93 pp.
92. ———, The culture and diseases of the sweet pea. New York (1917).
93. ———, T. F. MANNS, Diseases of the sweet pea. *Gardeners Chron.* **54** (1913) 21–25.
94. THAXTER, R., Fungus in violet roots. *Conn. Agr. Exp. Stat. Ann. Rep.* 1891 (1892) 166–167.
95. TIDDENS, B. A., Wortelrot van Primula obconica, veroorzaakt door Thielaviopsis basicola (Berk. et Br.) Ferraris. Diss. Utrecht, 1933, 80 pp.
96. *Tuinbouwgids* 1950, 315–317 en 1951, 236–264.
97. VEN, R. VAN DER, J. P. H. VAN DER WANT, Thielaviopsis basicola (Berk. et Br.) Ferraris als veroorzaker van een in Nederland nieuwe ziekte van tabak. *Tijdschr. Plantenz.* **54** (1948) 142–147. Ook: *Meded.* 118 *van Instit. v. Phytopath., Lab. Mycol. en Aardappel-onderz., Wageningen.*
98. VERSLAGEN PLANTENZIEKTENKUNDIGE DIENST, (1928) vide 26, vide 30, (1929) vide 35, (1930) vide 42, (1931) vide 39, (1933) vide 68, (1935) vide 64 en (1939) vide 76.
99. WASSCHER, J., Gloeirest en keukenzoutgehalte van grond voor bloemisterijgewassen. *Tuinbouwgids* 1949, 413–416.
100. WEINDLING, R., Various fungi recently found to be parasitic on Rhizoctonia Solani. *Phytopath.* **24** (1934) 1153–1179.
101. WIGGINS, W. W., J. H. GOURLEY, Studies on the reaction of greenhouse soils to the growth of plants. *Ohio Agr. Exp. Stat. Bull.* 484 (1931) 30 pp.
102. WILLIAMS, P. H., Root-rot of the tomato caused by Thielavia basicola. *Exp. en Res. Stat., Cheshunt Ann. Rep.* **11** (1925) 74–75.
103. ———, Thielavia root-rot of the tomato. *Ibid.* **12** (1926) 26–29.
104. YARWOOD, C. E., Isolation of Thielaviopsis basicola from soil by means of carrot disks. *Mycologia* **38** (1946) 346–348.
105. ZENTMEYER, G. A. and J. B. KENDRICH Jr., Fungicidal action of volatile soil fumigants. *Phytopath.* **39** (1949) 864.
106. ZOPF, W., Über Thielavia basicola, einen endophytischen Parasiten in den Wurzeln des Senecio elegans. *Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg.* **18** (1876) 101–105.

INHOUD

		pag.
I.	Inleiding	1
	A. Doelstelling	1
	B. Enquête	2
	C. Cultuur van de Lathyrus	3
II.	Beschrijving van de ziekteverschijnselen	5
	A. Het uitwendige ziektebeeld	5
	B. Anatomie van de zieke plant	7
	C. Literatuurbespreking	8
	1. Betreffende de „bodemmoeheid"	8
	2. Betreffende het ziektebeeld	10
III.	Isolatie en beschrijving van *Thielaviopsis basicola*	11
	A. Isolatie	11
	B. Beschrijving, specialisatie en voorkomen van de schimmel	12
	C. Invloed van de temperatuur en van de zuurgraad op de ontwikkeling van *T. basicola*	15
IV.	Infectieproeven met *Thielaviopsis basicola*	20
	A. Infectieproeven in cultuurmedia	20
	B. Infectieproeven in potten	22
	C. Proeven in tabletten, waarbij een natuurlijk-zieke grond in verschillende verhoudingen gemengd wordt met nieuwe grond	22
V.	Uitwendige omstandigheden welke de aantasting beïnvloeden	27
	A. Invloed van de temperatuur	27
	B. Invloed van de zuurgraad	29
	C. Invloed van het vochtgehalte van de bodem	34
	D. Invloed van het keukenzout	37
	E. Invloed van achterblijvende wortels	39
	F. Voorteelt	41
VI.	Opbrengstvermindering bij de cultuur van Lathyrus	42
	A. Door herhaald kweken op dezelfde grond	42
	B. Door het verwijderen van de ranken	46
VII.	Bestrijding van de ziekte	48
	A. Chemische bestrijding en stomen	48
	1. Literatuur	48
	2. De invloed van chemische bestrijdingsmiddelen op de groei van *T. basicola*	48
	3. De bepaling van de lethale temperatuur van *T. basicola*	49
	4. Proeven in potten en in de kas	51
	B. Bestrijding door middel van antagonistisch werkzame organismen	53
	C. Andere maatregelen ter bestrijding van *T. basicola*	56
Samenvatting		58
Summary		61
Literatuurlijst		66

Mededelingen van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek
Contributions of the Institute for Phytopathological Research
Binnenhaven 4a, Wageningen, Netherlands

No 21. BAKKER, M., Bacterievlekkenziekte in bloemkool en andere koolsoorten, veroorzaakt door Pseudomonas maculicola (McCulloch) Stevens). (Bacterial spot of clauliflower and other Brassica species, caused by Pseudomonas maculicola (McCuloch) Stevens). Tijdschrift over Plantenziekten, 57 : 75–81, 1951. Prijs f 0,25.

No 22. MULDER, D. Stenigheid in peren. (Stony pit in pear fruits). Med. Directeur van de Tuinbouw, 14: 357–361, 1951. Prijs f 0,25.

No 23. EVENHUIS, BIOL., H. H. Het nut van een bespuiting met loodarsenaat na de bloei ter bestrijding van het fruitmotje (Enarmonia [Carpocapsa] pomonella). (The benefit of calyx spraying with lead arsenate against codling moth). Med. Directeur van de Tuinbouw, 14: 265–268, 1951. Prijs f 0,25.

No 24. VAN DINTHER, J. B. M. Eriophyes gracilis Nal., als verwekker van gele bladvlekken op framboos. (Eriophyes gracilis Nal. and yellow leaf spots on raspberry). Tijdschrift over Plantenziekten. 57: 81–94, 1951. Prijs f 0,35.

No 25. GROSJEAN, J., Onderzoekingen over de mogelijkheid van een bestrijding van de loodglansziekte volgens de boorgat-methode. (Investigations on the possibility of silver-leaf disease control bij the bore-hole method). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 103–108, 1951. Prijs f 0,25.

No 26. DE FLUITER, H. J., THUNG, T. H., Waarnemingen omtrent de dwergziekte bij framboos en wilde braam I. (Observations on the Rubus stunt-disease in raspberries and wild black-berries I). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 108–114, 1951. Prijs f 0,50.

No 27. KRONENBERG, H. G., DE FLUITER, H. J., Resistentie van frambozen tegen de grote frambozenluis, Amphorophora rubi Kalt. (Resistance in raspberries to Amphorophora rubi Kalt.). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 114–123, 1951. Prijs f 0,35.

No 28. WALRAVE, J., Een eenvoudige methode voor de localisatie van insecten op bepaalde bladeren van een plant. (A simple method for localizing insects on special leaves of a plant). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 126–127, 1951. Prijs f 0,25.

No 29. BEEMSTER, A. B. R., VAN DER WANT, J. P. H., Serological Investigations on the Phaseolus Viruses I and II. Antonie van Leeuwenhoek 17:285-296, 1951. Prijs f 0,25.

No. 30 MAAN, W. J., Het gebruik van vliegtuigen in de Land- en Tuinbouw (Use of aeroplanes in agriculture and horticulture). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 14:586-596, 1951. Prijs f 0,35.

No 31. KUENEN, D. J., VAN DE VRIE, M., Waarnemingen over de biologie en de bestrijding van de appelzaagwesp (Hoplocampa testudinea klug. Hymenopt., tenthredinidae) (Observations on the biology and control of the apple sawfly). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:135-157, 1951. Prijs f 0,50.

No 32. BAKKER, M., Bestrijding van de Phomopsisziekte in zaadwortels (Control of the Phomopsis-disease in seedumbels of carrot). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:157-166a, 1951. Prijs f 0,35.

No 33. SEINHORST, J. W., BELS, P. J., Ditylenchus destructor Thorne 1945 in champignons (Ditylenchus destructor Thorne in mushrooms). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:167-169, 1951. Prijs f 0,35.

No 34. LUCARDIE, M., Remming van de vermeerdering van Tabaksmozaïekvirus door een extract van de kernen van enkele palmsoorten (Inhibition of the multiplication of tobacco mosaic virus by an extract of the kernels of some species of palms.) Tijdschrift over Plantenziekten, 57 : 172-173, 1951. Prijs 34 en 35 samen f 0,25.

No 35. THUNG, T. H., VAN DER WANT, J. P. H., Viren en looistoffen (Viruses and tannins) Tijdschrift over Plantenziekten 57:173-174, 1951. Prijs 34 en 35 samen f 0,25.

No 36. SCHREUDER, J. C., Een onderzoek over de Amerikaanse Vaatziekte van de erwten in Nederland (The Fusarium wilt of peas in the Netherlands). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:175-207, 1951. Prijs f 1,—.

No 37. GROSJEAN, J., Kruisingsproeven bij pruimen (Hybridization experiments with plums). Med. Directeur van de Tuinbouw, 14: 744-752, 1951. Prijs f 0,25.

No 38. VAN DER WANT, J. P. H., Reaction of some Nicotiana species to tobacco rattle virus World Tobacco Congress, Amsterdam, 1951, 133-139. Prijs f 0,25.

No 39. NIJVELDT, W., Over de levenswijze van Phaenobremia urticariae Kffr. (Diptera, Itonididae) f. n. sp. Entomologische Berichten, deel XIV: 8-13, 23-29, 1952. Prijs f 0,35.

No 40. Flik, H. M., Kerssen, M. C., Beknopt verslag van een proef ter bestrijding van de aardappelziekte met behulp van vernevelmachine en vliegtuig. Maandblad Landbouwvoorlichtingsdienst 9. 5. 177-183, 1952. Prijs f 0,30.

No 41. Nijveldt, W., Galmuggen van cultuurgewassen. I. Galmuggen van Fruitgewassen (Gallmidges on culturecrops. I. Gallmidges on fruitcrops). Tijdschrift over Plantenziekten, 58:61-80, 1952. Prijs f 0,75.

No 42. Mulder, D., Nutritional studies on fruit trees. II The relation between Potassium. Magnesium and Phosphorus in apple leaves. Plant and Soil, IV (2): 107-117. 1952. Prijs f 0,35.

No 43. Noordam, D., Lycopersicum-virus 3 (Tomato spotted wilt) bij enkele bloemisterijgewassen (Lycopersicum-virus 3 (Tomato spotted wilt) on some ornamental plants). Tijdschrift over Plantenziekten, 58:89-96, 1925. Prijs f 0.40

No 44. Seinhorst, J. W., Een nieuwe methode voor de bepaling van de vatbaarheid van roggeplanten voor aantasting door stengelaaltjes (Ditylenchus dipsaci (Kühn) Filipjev). Tijdschrift over Plantenziekten, 58:103-108, 1952. Prijs f 0.45

No 45. Grosjean, J., Natuurlijk herstel van loodglansziekte (Natural recovery from silverdisease). Tijdschrift over Plantenziekten, 58:109-120, 1952. Prijs f 0.35

No 46. Noordam, D., Virusziekten bij chrysanten in Nederland (Virus diseases of chrysanthemum indicum in the Netherlands). Tijdschrift over Plantenziekten, 58:121-190, 1952. Prijs f 3.—

No 47. Tjallingii, F., Onderzoekingen over de mozaïekziekte van de augurk (Cucumis Sativus L.). (Investigations on the mosaic disease of gherkin (Cucumis sativus L.). Prijs f 3.50

No 48. Mooi-Bok, M. B., Het Thielaviopsis-wortelrot van Lathyrus Odoratus L. (bodemmoeheid). Thielaviopsis-rootrot of lathyrus odoratus L. (Soil sickness). Prijs f 2.30